颠覆经济学经典理论　重新讨论理性人定义　找寻金融进化的最终逻辑
前沿思想揭示普通人的投资本能、金融危机的本质



适应性市场

[美] 罗闻全（Andrew W. Lo）/ 著　何平 / 译

Adaptive Markets

Financial Evolution at the Speed of Thought

聪明人为什么未必富有？赌徒为什么罔顾损失，一再下注？
我们的本能居然是他人获利的原因？

我们从出生开始就一直为适应周边环境进行学习，克服这些本能可能给我们带来的诸多不便或误导。金融市场就是这样的一个适应性学习场所。

何平 清华大学金融系教授

中信出版集团

版权信息

书名:适应性市场

作者:[美]罗闻全

译者:何平

ISBN:9787508689234

中信出版集团制作发行

版权所有•侵权必究

献给

南希、德雷克和韦斯理

引言

金融市场的“恐惧因子”

恐惧是一个神奇的东西。多年前，一位名叫罗伯特·汤普森（Robert Thompson）的飞行员驻足于一家便利店前，想要买些杂志。就在走进商店的一刹那，他忽然被一股莫名的强烈恐惧所笼罩，立即转身走了出来。[注]事实上，当时便利店中正有歹徒持枪抢劫，他离开后没多久，一名进入便利店的警官遭枪击身亡。事件发生后，汤普森和畅销书《恐惧的礼物》（*The Gift of Fear*）的作者、世界著名人身安全顾问加文·德·贝克尔（Gavin de Becker）对此进行了深度交流，汤普森才意识到，当时的一些细节可能触发了他的恐惧：时值酷暑，店里一位顾客却身着厚夹克；店员过分紧张地看着这位顾客；一辆汽车横在店门前，引擎嗡嗡作响。尽管他事后细思深觉恐惧，当时却没有察觉到这些，因为理论上他从进门到迅速离开的工夫，没有给大脑留出足够的时间来处理这些诡异的信息。

人的恐惧如同一台精密敏捷的仪器。神经学家的相关研究表明，人对恐惧的反应是高度发达的，出于恐惧我们可以快速地做出反应，甚至都来不及意识到发生了什么。当感到生命受到威胁时，我们血压上升，反应变得机敏，肾上腺素分泌也急剧增多，这些让我们能在极短的时间内迅速做出“战或逃”的抉择，这是人类赖以生存的一种能力。在此案中，按德·贝克尔的话说，正是这一能力拯救了汤普森的性命。

当然，人的神经系统也不只对这类生命的威胁产生反应，当我们在感情、社交、财务上遇到压力时，也会产生类似的恐惧反应。问题是，“战或逃”的快速反应在除了酒吧斗殴或战场上的一些情形下也许有用，但假设有一天股市崩盘，你的养老金一夜间蒸发过半，几乎可以肯定地说，人类的这种“超能力”似乎是毫无用处的。人之所以能够在一刹那果断决定是坚守阵地还是迅速撤离，是过去千百年间人类在捕食者和

大自然的各种威胁中不断选择和进化的结果。反观金融，货币的诞生也不过千余年而已，这与漫漫人类进化史相比不过沧海一粟，近代才出现的股市就更不必说了。不过必须承认，正是因为智人还没有足够的时间来适应日新月异的社会步伐，才给投资者、基金经理乃至我们所有人带来了种种机遇与挑战。

所以我们要以革命性的眼光看待金融市场和人们的行为决策，这也是本书的要旨所在。所谓革命性眼光，我在本书中总结为“适应性市场假说”。[注]其中，“适应性市场”一词主要描绘的是适应性变化对于个体决策行为与整个金融市场的多重作用，而冠之以“假说”之名则主要是为了对应在投资行业与金融学术界被广泛认可的“有效市场假说”。有效市场假说强调天下没有免费的午餐，华尔街尤其如此：倘若一种资产的市场价格能充分地反映关于该资产的所有可获得的信息，即“信息有效”的情况下，谁也别指望靠打败市场大发横财。相反，你应该大力投资于尽量多元化的被动型指数基金，在股市做一个长线投资者。你是否有种似曾相识的感觉？没错，这个理念早已被各大商学院写入案例和教材，你的经纪人、理财顾问和基金经理早已熟练地掌握了它。芝加哥大学金融学教授尤金·法玛（Eugene F.Fama）获得了2013年诺贝尔经济学奖，正是因为他提出了有效市场的概念。[注]

相反，在适应性市场假说中，是一群生物互相竞争，适者生存，而不是一群非生命体按照机械的物理学定律运动。所以从这个角度看，适应性市场假说更像是生物学，而非物理学。这一差别看似无奇，实则耐人寻味。适应性市场假说告诉我们，进化思想中“物竞天择，适者生存”“去粗取精，革故鼎新”的基本原则对于我们理解金融市场的内在机制极为有用，在一定程度上可能胜于基于理性人假设的经济学分析。举例而言，市场价格一定会反映所有可获得的信息吗？未必。要知道市场的参与者——人是有捉摸不定的情感的，恐惧、贪欲等主观因素无时无刻不在影响着现实中的市场价格，使之偏离理论上合理的定价。这一假说也告诉我们，承担市场风险并不一定都能期望得到高回报作为补偿，

长线投资股市也未必是良策，尤其在短期中你的积蓄可能被市场一扫而光的情况下。正像我们前面提到的，市场大环境阴晴不定，每个人根据自身状况做出的适应性反应各不相同，而这些即时反应对投资者决策和市场动态的影响不亚于，甚至可能远胜于理性人出于自身利益的周密战略部署。群策群力下智慧的、有条不紊的规划很可能因一个疯狂暴徒的突然闯入而被打得支离破碎。

我并不是说基于理性人假设的经济学一无是处，恰恰相反，你看现在华尔街对金融经济学位的青睐有增无减，尤其是如果你用金融学博士毕业生的起薪为衡量标准的话。也就是说，“疯狂暴徒”终会偃旗息鼓，被“理性人群”取代，至少在下次意外打破理性世界的有条不紊之前，它大概不会是市场的主导力量了。相比适应性市场假说，有效市场假说并没有错，只是不完整而已。就像盲人摸象的寓言中，五个盲人第一次摸到大象时的情形。天生的残疾使得他们对于大象的样子没有任何概念：一个盲人摸到了大象的腿，他认为大象长得像一棵树；另外一个盲人摸到了大象的鼻子，他认为大象长得像一条蛇；诸如此类。所有盲人对于大象的印象在细节上是准确的，但从整体上来看是错误的。在金融领域也是如此，我们需要一个更好的理论。

市场确实在一些情形下是有效的，前提是当投资者有机会去适应其所处的市场环境，且市场环境在足够长一段时间内保持相对稳定。这句话听起来似乎很像那些复杂的、让人云里雾里的保险条款，确实如此。现实中，商业环境风云变幻是市场常态，而所谓的时间是否“足够长”取决于许多同样变幻莫测的因素。举例来说，假设你在2007年10月将你的毕生积蓄投给标普500——一个包含500家美国顶级大公司的高度多元化的投资组合，经过短短的时间，到2009年2月，你会失去51%的财富。这是在你焦虑地密切关注下一点点蒸发的，在此期间你当然有机会及时收手脱身，可是，你的“恐惧因子”在何时会现身，让你幡然醒悟，及时抽身呢？

如我上文所言，恐惧反射有助于你躲避生理上的伤害，却未必能让你避免在金融市场上折戟沉沙。持续的紧张情绪会削弱理性选择的能力，这一点已是心理学家和行为经济学家的共识。也就是说，恐惧在这里，非但不会让我们悬崖勒马，反而会使我们在不归路上渐行渐远，高买低卖，陷入各种令人闻之色变的投资陷阱，一个个铩羽而归。当然，在这些牺牲的人中，小投资者是主力军，而非那些金融专业人士。但无可置疑的是，在市场上，恐惧会使我们变得脆弱。

这些都说明我们需要完善我们的理论框架，突破原有的关于金融市场的思维框架，将理性行为之外的"恐惧因子"也纳入考虑的范畴。形象地说，奋战在各个领域的学者已经陆陆续续摸到了市场这头大象的不同部位，现在我们需要把它们整合起来，以洞察市场的全貌，从而知道金融市场作用的机制以及失灵的动因。

在本书中，我将带领你沿着我自己在学术上探索的路径，顺着原来的思路一步步推出适应性市场假说。这当然不是一条笔直的道路，有时我们甚至还需借道其他领域，如心理学、进化生物学、神经科学、人工智能理论等。当然，所谓"借道"并不是顺路看看，是为了让逻辑更具严谨性，是关键环节。只有借助这些视角我们才能找到理性市场理论与现实的行为相悖的原因。我们的最终目的不是否定现有的理论，另立门户，而是尽可能融合已有的两种对立观点，在此基础上建立一个独立的、与现实统一的适应性市场理论框架。

具体而言，在了解市场泡沫、银行挤兑、养老计划等为何物之前，我们需要先知道我们的大脑是怎样工作的、人是如何做出决策的以及更为重要的——人类行为是如何进化并适应环境的。所以我们要借助的每一个学科实际上都是摸象的盲人之一，他们谁都不能单枪匹马地创造出一个完善的理论框架，但若我们将他们描绘出的一个个图景整合起来，我们想要的"大象"便一览无余了。

1. See de Becker (1997,27–28).
2. Lo (2004;2005;2012a).
3. 这个奖的准确名称是瑞典国家银行纪念阿尔弗雷德·诺贝尔经济学奖。

请勿擅自尝试

我们常常觉得一人之力之于整个金融市场是何其渺小，并因此对市场有所畏惧。殊不知，在2008年金融危机面前，整个世界都为之瑟瑟发抖。那一年，雷曼兄弟倒台，全世界的股市都随之一落千丈，个人养老金账户遭受剧烈冲击。不论你的投资组合是六成股票加四成债券，还是三成股票加七成债券，都无济于事，因为你的损失早已不仅是超乎预期，可能惨烈到你从未想过也不敢想的程度。当然，再大的灾难也常常有极少数幸免者，对于2008年来说，这极少数包括国库券和现金持有者，以及一部分对冲基金经理。紧接着，这年12月，麦道夫丑闻震惊世界，其骇人听闻的程度足以使庞氏骗局的鼻祖——查尔斯·庞兹（Charles Ponzi）相形见绌。总而言之，2008年这一年，投资者又一次见识了市场的可怕。

面对灾难，我们为何会如此措手不及？在某种程度上，这是因为有人告诉我们，我们所担心的意外永远不会发生。学者们无不坚信，市场的理性和效率绝非任何个人所能比拟，因为价格可以反映所有已知的信息。投资界的权威呼吁广大投资者，不要妄想打败市场，抑或追随我们漏洞百出的直觉，多看看价格吧，只有价格才是千真万确的。另外，也不要再为设计投资组合大伤脑筋了，倒不如把财经版面铺开，随意朝其掷飞镖来决定投资对象，理论上可以证实这样做所获得的收益与专业人士制订的投资规划所获得的收益相比毫不逊色。他们还指出，我们应该购买并持有一个保守型的多元化债股投资组合，如果是免佣金指数共同基金或交易所交易基金就更好了。总之就是，无须谋划，越任意越好。规划布局是市场的事，市场已经将所有因素考虑周全了，这就是市场，它总是如此严谨周密。

即使在今天，这种理想型市场的观点在很多专业投资经理人看来依

然难以接受，但毕竟这一学说已诞生40多年，其间经历了许多理论与现实的验证或考验。资深财经记者詹姆斯·索罗维基（James Surowiecki）在其著作中将其称为“群体的智慧”，并以此命名该书。他还特意将苏格兰学者查尔斯·麦基（Charles Mackay）的名言“群众性癫狂”放在了开头。[注]几十年来，学者们的研究一次又一次证实着试图打败市场者的愚蠢。除了随机性的波动，市场的一切规律性波动或大趋势都会立即被投资者牢牢把握并以此获利，由此便自然缔造出了一个近乎完美的有效市场。既然如此，为何不顺势而为呢？这一逻辑不仅帮助法玛赢得了诺贝尔经济学奖，也造就了数以万亿美元的指数基金业。

伯顿·麦基尔（Burton Malkiel）在其1973年首次出版的畅销书《漫步华尔街》（*A Random Walk Down Wall Street*）中首先向公众系统地介绍了有效市场假说，也给了投资者一个该投资理论的正式名称。作为一名普林斯顿大学的经济学家，麦基尔用醉汉的行迹来描述股价的波动——起伏不定、反复无常、难以预测，这也是那本书书名的来由。按麦基尔的逻辑，一个显然的结论是：既然股价是随机游走的，我们何必破费去雇用所谓的职业经理人呢？倒不如索性把钱投入那些费用最低的且高度多元化的保守型共同基金来得划算。当然，麦基尔的数百万读者的确照着他说的去做了。

无巧不成书，就在麦基尔的著作问世一年后，一个本科毕业于普林斯顿大学的学生成立了一家共同基金公司并恰好以此为主营业务。这个人你也许听说过，就是世界第一个指数基金——先锋500基金的创始人。在当时还是不起眼的初创企业的先锋集团如今已在业界举足轻重：截至2014年12月31日，先锋集团管理的资产规模超过3万亿美元，员工总数超过1.4万人。[注]先锋最常对客户说的一句话就是：“请勿擅自尝试！”永远不要试图去打败市场，你要做的就是：购买保守型且高度多元化的股指基金，并持有这些基金直到你退休为止。

诚然，从过去到现在，尝试并成功打败了市场的投资者也不乏其

人，如沃伦·巴菲特（Warren Buffett）、彼得·林奇（Peter Lynch）、乔治·索罗斯（George Soros）等，都因英明果断地另辟蹊径而大获成功。但是你听说过詹姆斯·西蒙斯（James Simons）吗？1988年，教授出身的西蒙斯成立基金来从事期货交易的工作，他开发了许多数学模型来分析和设计交易策略。在他的大奖章基金成立后的11年间，累计回报率就达到了2478.8%，即34.4%的年均净回报率，并在后来也一直保持着如此强劲的势头。只是在那之后该基金就不再接受新的投资了，所以基金后来的表现也就不再那么引人关注。但据《福布斯》（*Forbes*）杂志统计，2016年西蒙斯的身家达到155亿美元，仅在2015年一年，他就净赚15亿美元。西蒙斯并不是靠投资指数基金致富的，那么这又如何用有效市场的理论来解释呢？

---

1. Surowiecki (2004).
2. 关于先锋基金起源的更多信息，请见https://about.vanguard.com/who–we–are/。

大分流

2008年的灾难使业界的财务咨询师和学术界的专家声名扫地，人们觉得他们如此天真，似乎远没有看起来的那么可靠。数百万的投资者满心期待地把自己的血汗钱交给了有效的、理性的市场，结果怎样呢？事实上，金融危机对专业人士职业尊严的伤害，远比不上学术界所受到的冲击更大。这场危机使得学术界中的经济学家之间的分歧更加严重。他们中一方坚持自由市场论，认为市场参与者都是理性人，会自然而然受供给和需求规律的支配；另一方则是行为经济学家，他们认为人未必是理性的动物，我们也许和很多其他哺乳动物并无区别，支配我们的未必是理性，而是恐惧和贪婪。

不同于以往那些很多仅停留在学术层面的辩论，这一次可能涉及很多现实问题。如果你承认人们是理性的，市场是有效的，这在很大程度上会影响你对一系列社会政策的看法。例如，你可能觉得枪支管控是不必要的；消费者保护法有些多管闲事，而“一经出售概不负责”则有一定的合理之处；社会福利计划带来了太多我们不曾预见的结果；谈及衍生品管制措施，你可能首先想到“百花齐放”的政策；要让你在保守型指数基金和高度活跃的对冲基金之间做出选择，你会不假思索地选择指数基金；你还会将金融危机归咎于政府对住房和抵押贷款市场的过分干预；关于政府在金融市场的角色，在你看来几乎只有披露和核查相关信息以使其可以有效地反映在市场价格中。

金融危机俨然成为一个意识形态之争的战场。在这个战场上，美联储前主席艾伦·格林斯潘（Alan Greenspan）首当其冲。著名记者鲍勃·伍德沃德（Bob Woodward）称他为“艺术大师”，并以此命名他的传记（2000年出版）。1987—2006年，格林斯潘掌舵美联储近20年，5届任期史无前例，深得美国民主党和共和党领导人的器重，可谓是史上最负

盛名的央行领导者之一。2005年，来自世界各地的众多经济学家、政界要员云集在美国怀俄明州的杰克逊霍尔，对格林斯潘的传奇经历召开了一场专题研讨会。经济学家艾伦·布林德（Alan Blinder）和里卡多·赖斯（Ricardo Reis）坚称，尽管他的政策在某些方面不尽如人意，但瑕不掩瑜，综合来看格林斯潘依旧堪称当今最伟大的央行领导者。[1]

格林斯潘本人是自由资本主义的虔诚信徒，是小说哲学家艾茵·兰德（Ayn Rand）不折不扣的信徒和挚友。兰德主张客观主义、理性的利己主义。而在格林斯潘的任期内，他极力反对试图制约衍生品市场的法案，然而后来的金融危机促使他有所反思。2008年10月23日，金融危机期间，格林斯潘被迫在美国众议院监管委员会和政府改革委员会面前承认自己的错误："我们中有很多人，包括我在内，曾一度相信信用机构会出于自利而保障股东的权益，事实证明，我们犯下了令人震惊的弥天大错。"[2]在金融危机面前，正是我们原来无比信任的理性自利让我们遭受灾难性的重挫。

当然，认栽的远不止格林斯潘一人，金融危机的旷日持久和影响深远使很多其他的经济学家、政界决策人员和监管人员，以及商界领袖认识到了他们的错误。那么摆在眼前的问题是：为什么会这样？这一切究竟是如何发生的？又为何偏偏发生在当今世界最开化、最先进、最富有的美国？

---

1. Blinder and Reis (2005,3).
2. Andrews (2008).

“笨蛋，关键是环境！”

从现实中我们能得到最直接的答案就是：金融市场并未遵循经济规律来运行。这一点说得通，因为金融市场是人类进化的产物，应当遵循生物学法则，而未必与经济规律一致。这即是说，诸如变异、竞争、自然选择等决定一群羚羊进化历史的法则同样适用于银行业，尽管具体机制上不可等同而论。

在这一系列法则中，最核心的就是在不断变化环境中的适应性行为。因为经济行为归根到底是人类行为的一部分，而人类行为是千百年来为了适应环境变化而产生的生物进化的结果。竞争、变异、创新以及尤为重要的自然选择构成了人类进化的基本要素。“物竞天择，适者生存”的法则是放之四海而皆准的，当然若论丛林法则的严酷性，华尔街大概要比非洲大草原更胜一筹，但毫无疑问的是，用这种生物学眼光分析人们的经济行为再合适不过了。

这种进化论和经济学之间的联系并非我异想天开，其实进化论的产生和发展正是借助了经济学的灵感。因为不仅赫赫有名的生物学家查尔斯·达尔文本人，连他的竞争对手艾尔弗雷德·拉塞尔·华莱士（Alfred Russell Wallace）都深受英国经济学家托马斯·马尔萨斯（Thomas Malthus）的影响。㊟马尔萨斯预言，在粮食供给仅能呈直线增长的情况下，人口会呈现指数级增长。他由此断定，这样下去粮食短缺终将不可避免，严重的饥荒甚至可能导致人类灭绝。这简直令人胆战心惊，难怪有人将经济学称作“悲观的科学”。

好消息是现在看来情况似乎并没有马尔萨斯预想的那样糟糕，因为他忽略了创新的力量。人类创造并发展的公司、国际贸易、资本市场，包括金融创新在内的各领域科技创新，都大大发展了生产力，当然也填

饱了我们的肚子。马尔萨斯失算了，不过他仍是研究人类行为与经济大环境之间的关系这一重要领域的拓荒者之一。这一系列研究让我们意识到，要想更深入地了解错综复杂的人类行为，我们有必要先搞清环境变化在其中发挥了哪些作用，搞清哪些是时过境迁引起的，其中的规律是怎样的。之后应用于金融体系，从而了解不断变化的环境条件怎样影响这个体系的运作。最重要的是，我们需要知道为什么看起来好端端的金融市场，有时会突然失灵。长期以来，学术界、业界和政界都已经默认了理性经济行为，而对人类在理性之外的行为视而不见，这些行为游离于他们基于理性假设构造的精准数学模型之外。

现实中的金融市场给了我们一记无比响亮的耳光。直到现在，市场价格在大多数情况下依然严格遵循着多数人的理性，但如果倒退回金融危机开始后的一段时间内，放眼金融市场，你会发现用“疯狂暴徒”来形容毫不为过。金融市场时而理智、时而疯狂的双重人格并非失常，而恰是我们人性的折射。

进化论告诉我们，我们总是会渐渐适应新的环境，这不仅是短期的适应，而且是以进化时间维度而论的，但不一定是对我们财务上有利的。其实一些市场行为在当时看来不理性是因为我们还未来得及适应周围环境条件的变化。我们可以在自然界找到类似的例子。有一种近乎完美的捕食者——大白鲨，经过4亿年的进化，它不断地适应环境，如今能够以令人难以置信的优雅和高效率在水中游动。但你若把它从水里捞出来，扔在沙滩上，它只会不断地甩动、挣扎，看起来完全失去了理智和优雅，变得狼狈不堪。为什么大白鲨在两种环境中会有这样的天壤之别呢？因为大白鲨的进化使它完美地适应了海洋，而不是干燥的陆地。

将大白鲨的例子类比于金融市场的人们，就不再难理解那些看起来荒谬的市场行为。人类进化是在一个特定的环境下完成的，人类行为是为了适应特定的环境。当然，市场留给投资者适应的时间与鲨鱼适应环境的漫长进化历程相比简直不可同日而语，市场环境与海洋环境相比也

多了更多的变数。经济的起起落落是参与其中的个人和机构投资者努力适应不断变化的宏观经济环境的结果，当这种变化太过剧烈时，就会出现泡沫甚至崩盘。在1992年美国总统大选期间，民主党战略家詹姆斯·卡维尔（James Carville）用一句“笨蛋，关键是经济”简明扼要地指出了克林顿团队的首要目标。借此我想说，生物学家可以用这句话——“笨蛋，关键是环境”来提醒一下经济学家。

---

1. 举例来说，Vorzimmer（1996）写道：“毫无疑问，达尔文进化论的发展重要分水岭来自其阅读的马尔萨斯著作。马尔萨斯的理论不仅提供了一个关键的要素，而且使得其他要素更快地在达尔文的想法中找到了合适的位置。”也可察看Hirshleifer (1977)。

“草根”的逆袭

金融经济学家长期忽视进化论在金融市场的应用，直到最近才开始关注。这可以理解，在过去的50年中，充斥金融学术界的是各种复杂的数学模型和方法，要在众多学科中找相似的地方，它们和物理学的共同点更多，而不是生物学。像在物理学中一样，这些数学方法也在金融学领域施展拳脚，掀起了前所未有的金融创新浪潮。金融学术界和受过学界熏陶的专业人士搭建出一个个复杂精致的定量模型，并将它们快速运用于金融业的方方面面。这些模型很快便被交易员、银行家、风险管理师乃至监管部门装进工具箱，成为标准的金融工具。

这场计量革命为华尔街带来了一场彻底的变革。计算机网络取代传统的熟人关系网，使你的知识越发比人脉重要。MIT（麻省理工学院）和加州理工学院的毕业生突然发现自己在华尔街比哈佛和耶鲁的毕业生更受雇主青睐，这是破天荒的。那些会说各种新的、旁人听不懂的数学语言的金融工程师，整天谈论着阿尔法、贝塔、均方差最优化、布莱克–斯科尔斯–默顿期权定价模型这些高深的名词，身居高位，拿着丰厚的薪酬。这就是所谓的“草根逆袭”。

但是物极必反，金融的数学化也不例外。尽管金融学和物理学有很多相通之处，如物理中的热传导理论和衍生证券理论的数学推导。但毕竟金融不是物理，金融系统的发展不是完全客观的，有各种各样的人为因素，以及人类行为本身的进化演变。著名物理学家理查德·费曼（Richard Feynman）在加州理工学院的毕业典礼演讲中说道：“请试想，假若电子也有像人一样的主观感受，物理学研究将会变得多么艰难。”而金融危机提醒我们的正是：不论是投资者、基金经理，还是监管方，都是有血有肉的人，都有七情六欲和喜怒哀乐（虽然所谓的“喜怒哀乐”在过去数年间可能更多的是失望和后悔）。换句话说，金融经

济学比物理学复杂多了！

沃伦·巴菲特曾把衍生证券比作金融市场上的大规模杀伤性武器，因为要搞懂这些非传统的金融工具背后隐藏的风险着实不是件容易的事情。[注]但是换个角度看，我们可以完全颠覆他这种说法。想想核物理，它给我们带来了大规模杀伤性武器，但同样也给我们带来了核能、磁共振成像、抗癌放射疗法等重大科学发现。

所以很显然，像核物理的两面性一样，在金融市场上，我们怎样运用这些强大的科学技术决定了它们如何影响我们，这也正是适应性市场假说的用处。我们需要重新梳理脉络，来把金融市场的故事讲通，让所谓“群体的理性”“疯狂暴徒”以及同步于人类文明与思想的体系变革在我们的金融框架内都得到合理的解释。

我们的思考与求解都始于一场灾难性的金融危机，倘若市场真的能够有效反映群体的理性，那么不妨拭目以待，市场对这场灾难的反应将会告诉我们：群体的理性究竟有多么理性。

---

1. Berkshire Hathaway (2002).在不经意间，伯克希尔·哈撒韦公司在过去20年间也大胆地使用了这些武器。

第1章 我们现在都成为理性经济人了吗[注]

1. 理性经济人英文原文为Homo economicus。——译者注

悲剧与群体智慧

1986年1月28日（星期二）上午11时39分，“挑战者号”航天飞机从卡纳维拉尔角的肯尼迪航天中心起飞，在飞行73秒后随即爆炸。当时世界各地有数百万人正在电视上观看实况转播，其中有许多孩子，他们受到克里斯塔·麦克阿利夫（Christa McAuliffe）老师的吸引，她是登上航天飞机的第一位平民乘客。绝大多数的美国人可能在一小时内就得知了悲剧的发生，很多人可能还准确地记得自己当时所在的位置和感受。

起初没有人知道发生了什么事。在当天下午举行的第一次新闻发布会上，美国国家航空航天局副局长杰西·摩尔（Jesse W.Moore）表示，在对此进行全面调查之前，他拒绝对这场灾难发生的原因进行猜测。“我们将搜集所有数据，并进行仔细审查，然后才可能得出结论，到底是什么原因导致了这一国家悲剧的发生。”注

在接下来的几个星期内，唯一公开的有关灾难的信息是从美国国家航空航天局视频资料中获取的镜头汇编。媒体开始根据几秒钟的视频来猜测灾难的原因：是由于含有液态氢和液态氧的大型圆柱形燃料箱出了问题？注氢气和氧气燃烧会引起爆炸，经典案例是兴登堡灾难。逐帧分析表明，爆炸前几秒钟有明火出现。或许是液氧供应线泄漏，或许是螺栓失火引发爆炸，或许是由于其中一个火箭固体加速器的燃烧……在美国国家航空航天局发布更多数据之前的数星期内，谣言四起。注

灾难发生后第6天，里根总统签署了第12546号行政命令，成立了罗杰斯委员会，这是一个出色的小组，由14位专家组成，其中包括第一个登上月球的人尼尔·阿姆斯特朗（Neil Armstrong），诺贝尔奖得主、物理学家理查德·费曼，第一位美国女性“太空骑士”莎莉·莱德（Sally Ride）和传奇试飞飞行员查克·伊戈尔（Chuck Yeager）。罗杰斯委员会

经过多次采访，分析飞船飞行的所有遥测数据，仔细研究从大西洋打捞并复原的机身残骸，还举行了几次公开听证会。灾后5个多月，1986年6月6日，委员会得出结论，爆炸是航天飞机在右侧固体燃料火箭助推器上的O型圈故障造成的，这个O型圈现在可谓臭名昭著。注

O型圈很像水龙头上的垫圈，它用于火箭助推器接头，是很大的橡胶密封圈。当橡胶暴露于低温时，会变得非常僵硬，密封性能就不起作用了。理查德·费曼在新闻发布会上以一种简单而令人难忘的方式说明了这一点：他将一个完全灵活的O型圈在冰水中浸泡了几分钟后拿出来挤压，结果O型圈破裂了。

“挑战者号”是在温暖的佛罗里达州发射的，但那天的天气和往常不同，特别寒冷。前一天晚上气温很低，肯尼迪航天中心的发射台上已经结冰了，O型圈毫无疑问也冻硬了。这就使加压的热气体在发射过程中通过密封圈逸出。这些热气体在盛有液体氧气和液体氢气的外部燃料箱上穿了个孔，并使火箭助推器松动，与外部燃料箱发生碰撞，从而引发致命的爆炸。

“挑战者号”的灾难是一场悲剧性的事故，并且造成严重的金融市场动荡。美国国家航空航天局的4家承包商——洛克希德、马丁·玛丽埃塔、莫顿·蒂奥科尔和洛克威尔国际——参与了航天飞机计划。罗杰斯委员会报告的发布对于其中一家公司，即莫顿·蒂奥科尔来说是个坏消息，这家公司负责建造并运营火箭助推器。报告对于其他三家公司来说是一种解脱，因为在经历5个月的指控、调查和质疑之后，它们得以免责。注

股市对新闻做出的反应是无情的。投资者根据消息好坏来买卖股票，市场会把消息反映到上市公司的价格上。好消息带来正回报，坏消息则相反，而谣言往往与真实信息一样具有影响力。但是，通常情况下，市场需要花费一段时间和一些周折来消化这些消息，最终将这些消

息融入股价中。所以我们可以问一个简单的问题：市场需要多长时间来消化“挑战者号”爆炸事件并体现在4家美国国家航空航天局供应商的股价上？是报告发布后的一天还是一星期？

2003年，两位经济学家迈克尔·马洛尼（Michael T.Maloney）和J.哈罗德·穆勒林（J.Harold Mulherin）回答了这个问题，结果令人震惊：股市对莫顿·蒂奥科尔的股价做出反应不是在报告当天，也不是费曼对有缺陷的O型圈进行精彩现场展示的当天，而是在1986年1月28日“挑战者号”爆炸后几分钟内。[注]莫顿·蒂奥科尔股票的价格几乎在事故发生后立即下跌（见表1.1.）。上午11时52分，仅仅在爆炸后的第13分钟，纽约证券交易所不得不暂停了该只股票的交易，因为订单流量几乎让交易所的系统崩溃了。当天下午该只股票恢复交易时下跌了6%，到收盘时下跌了近12%。与之前的表现相比，这是统计学上一个极度的异常值。1986年1月28日莫顿·蒂奥科尔股票的成交量为前三个月平均水平的17倍。[注]洛克希德、马丁·玛丽埃塔和洛克威尔国际的股价也出现下跌，但跌幅和整体成交量要小得多，并在正常统计标准内。

表1.1 “挑战者号”航天飞机于1986年11月28日上午11时39分失事前后的4家主要承包商的股价走势收益情况

时间	莫顿·蒂奥科尔	洛克希德	马丁·玛丽埃塔	洛克威尔国际
股价波动（美元）				
11：30	37.25	47.25	35.38	34.75
中午	暂停交易	44.50	34.25	32.75
12：36	35.00	45.00	32.50	34.13
13：00	34.38	45.00	33.00	33.25
收益情况				
11：30—中午	暂停交易	–5.82%	–3.18%	–5.76%
中午—12：36	–6.04%	1.12%	–5.11%	4.20%
12：36—13：00	–1.79%	0.00%	1.54%	–2.56%

注：由于纽约证券交易所在11：52—12：44中止了莫顿·蒂奥科尔的交易，所以这里没有该只股票中午时分的报价。莫顿·蒂奥科尔受到冲击后的第一个交易发生在12：36。

也许你对股市的运行机制不以为然，可能会往最坏的情形猜测：一些了解内情的莫顿·蒂奥科尔或美国国家航空航天局的内部人员意识到发生了什么事情，并在事故发生后立即出售股票。但马洛尼和穆勒林无法找到1986年1月28日存在内幕交易的任何证据。更令人吃惊的是，当天莫顿·蒂奥科尔的市值持续下跌的总量约为2亿美元，几乎完全等于损害赔偿金、结算金和莫顿·蒂奥科尔所失去的未来现金流。

罗杰斯委员会里有这个星球上最聪明的一些人，他们花了5个月的时间才搞明白的东西，股市在几个小时内就做到了。这到底是怎么发生的？

经济学家对这种现象进行了命名，我们称之为“有效市场假说”。想象一下，成千上万名专家的知识、经验、判断力和直觉集中在一个单一的任务上，那就是计算出某只股票在一个时间点上最准确的价格估值。假设这些专家都是由自身利益驱动的，估值越准确，这些专家将会越赚钱，他们的计算速度越快则意味着回报越大。这就是对股市简明扼要且恰如其分的描述。

有效市场假说其实非常简单直接：在一个有效的市场中，资产的价格充分反映了有关该资产的所有可用信息。这个陈述虽然简单却意义重大。不知何故，1986年的股市能够在几分钟内汇总有关“挑战者号”事故的所有信息并得出正确的结论，还将其反映于最有可能马上受到影响的公司的股价上。而且，市场是在买卖双方对航空航天灾难都没有特殊技术专长的情况下做到这一点的。灾难性的爆炸表明燃料箱可能存在故障，而燃料箱是由莫顿·蒂奥科尔制造的，结果也的确证明如此。《纽约客》商业专栏作家詹姆斯·索罗维基称这是群体智慧的典型案例。[注]

如果有效市场假说是真实的，而“挑战者号”的例子也证明了这一点，那么群体智慧将产生非常深远的影响。

---

1. New York Times (1986).
2. Wilford (1986).
3. Sanger (1986).
4. “挑战者号”航天飞机事故总统特别委员会（1986年，第4章）。1986年6月6日，委员会提交了一份报告，其包含了以下内容：委员会和参与调查的机构的共识是，“挑战者号”航天飞机的坠毁是在右侧固体火箭发动机的两个下段之间的连接错误造成的。具体的失败原因是旨在防止热气体的密封圈遭到破坏，在火箭发动机的推进剂燃烧过程中，通过接头泄漏出来。委员会的证据表明，航天飞机的其他部分运转正常，不是导致坠毁的原因。
5. 莫顿·蒂奥科尔的工程师在1985年已经发现了O型圈的问题。事实上，其中一位工程师罗杰·鲍伊斯乔利（Roger Boisjoly）甚至在汽车工程师学会10月研讨会议上向与会者询问了相关问题。此外，1985年7月31日——“挑战者号”事故之前的6个月——鲍伊斯乔利（1985）还向莫顿·蒂奥科尔公司的副总裁郎德（R.K.Lund）发了一封内部备忘录。他写道：这封信件写给您是为了确保管理层充分意识到——从工程的角度来看——当前固体火箭发动机接头处O型橡胶圈侵蚀问题的严重性……其结果将会导致最大的灾难——人命的损失……如果我们不立即采取行动，将此问题当作首要任务并建立一个团队解决该问题，那么我诚实且十分担忧地认为我们会有损失航天飞机和所有发射台设施的危险。在1月28日发射之前的晚上，在电话会议中，包括鲍伊斯乔利在内的部分莫顿·蒂奥科尔工程师对低温产生了关注，并请求推迟发射，但被莫顿·蒂奥科尔和美国国家航空航天局的高级管理层否决。自1986年以来，许多关于导致这一不幸事件的管理层决策过程的研究已经完成，作为回应，美国国家航空航天局、莫顿·蒂奥科尔等组织已经改变了一些操作程序。因为鲍伊斯乔利多次试图警告他在莫顿·蒂奥科尔的上级和美国国家航空航天局，他于1988年被授予为科学发展自由与责任奖。
6. Maloney and Mulherin (2003).
7. Ibid.,table 1.
8. Surowiecki (2004).

随机游走的历史

市场对外行人来说是神秘的，这不是什么新鲜事。没有几千年，至少也有几百年，人们一直在试图理解市场的行为。我们对金钱的第一次记录至少有4000年的历史，尽管无法确认，但很有可能在那之后不久人们就制订了战胜市场的计划。我们能找到的一个发生在公元前600年左右的案例。据说古希腊哲学家泰勒斯（Thales）预测了橄榄油丰收，所以囤积了希俄斯岛市场上的橄榄油压榨机。当他的预测成真时，他通过向当地的橄榄种植者出租压榨机而获利颇丰。正如亚里士多德所说：“对哲学家来说，如果他们愿意的话，致富是很容易的事，但这并不是他们所关心的事。”[注]

金钱是一个数值概念。当我们想看看我们有多少钱时，我们就数数它。随着时间的推移，人们自然地发明出新的数学方法来计算财富。当数学变得越来越复杂时，投资者开始使用更先进的方法来分析市场行为，这在许多不同文化背景的社会中都发生过。例如，一种被称为烛台图表的技术分析最初是为了分析日本在德川时代大米期货的走势，当时日本仍然处于幕府统治中。这种图表是基于历史价格图形的几何特性形成的，现在依然流行。[注]

最早的金融市场价格的数学模型之一来自赌博业。这毫不奇怪，因为金融投资和赌博都需要计算风险与报酬之间的权衡。这种模型最早出现在1565年，书名为《概率游戏之书》（*Liber de Ludo Aleae*），这是一本由意大利著名数学家吉罗拉莫·卡尔达诺（Girolamo Cardano）编写的关于赌博的教科书，他同时也是哲学家、工程师和占星家，一位典型的文艺复兴时期的人物。卡尔达诺就投机买卖提出了一些非常明智的建议，即使到今天对我们依然有价值。他指出：“赌博最基本的原则就是平等的条件，例如对手、旁观者、金钱、环境、色子盒以及模具本身。

离开这个平等的程度，如果对你的对手有利，你就是一个傻瓜；如果是对你自己有利，游戏就是不公平的。”[注]一个“公平”的游戏，既不对你有利也不对你的对手有利，被称为鞅过程。[注]我们很少有人愿意不公正，更没人愿意当傻瓜。

鞅过程是一个精妙的概念，它抓住了数学和物理学许多概念的核心思想，但其中重要的精华令人惊讶的简单。在一场公平的游戏中，输赢是无法通过研究过去的表现来预测的。如果可以预测的话，那么这个游戏是不公平的，因为当预测有利于你的时候，你可以增加你的赌注，当对你不利的时候则可以减少赌注。这种能力可以让你在对手面前发挥少许优势，慢慢地，你可以把你从些微优势中获得的利润重新投入游戏中，长此以往，你就会变得富有。这并不是纸上谈兵，一些非常聪明的人已经想出了一些方法来预测21点纸牌游戏中一叠牌的动作，根据过去的表现来预测一个赌博轮盘上的球的运动轨迹，他们运用这些知识发了一笔小财（实际上，我会在第8章介绍其中一个例子）。[注]

现在想象一下，如果你的一些优势不是在预测赌桌而是在预测市场行为，那么即使是最轻微的优势也会给你带来巨大的财富。多年来，成千上万的人尝试设计复杂的方法来战胜市场，但大多数人都失败了。金融市场的历史充斥着过度自信的投资者的名字，这些投资者在市场面前低下了头。在1900年，一个法国数学博士生坚信自己已经发现了其中的奥秘。

路易·让–巴蒂斯特·阿方斯·巴舍利耶（Louis Jean–Baptiste Alphonse Bachelier，1870—1946）是索邦大学博士生，师从伟大的数学家亨利·庞加莱（Henri Poincaré）。巴舍利耶在本科生时曾研究过数学物理，但是在他的博士论文中，他选择分析了巴黎股市，特别是在巴黎证券交易所交易的权证价格。权证是一个金融合约，赋予其所有者在给定日期之前以给定价格购买股票的权利，而不是义务。这种确保以固定价格购买的形式消除了不确定性，并向权证所有者提供了额外的灵活性。

对投资者来说，关键问题是这个权证值多少钱。答案取决于标的股票的价格在此关键日期之前的走势。

巴舍利耶发现了股票价格中一些不同寻常的东西。许多早期的研究人员试图预测股票价格变动的模式，巴舍利耶认为这种方法表明了市场的不平衡。任何股票交易都有买方和卖方，为了交易，他们首先必须就价格达成一致。它必须是一个公平的贸易，没有人愿意当傻瓜。毕竟，如果一方总在占另一方的便宜，就不会达成协议。因此，巴舍利耶得出的结论是：股价必定会波动，就像是完全随机的。

我们回到卡尔达诺的公平游戏——鞅过程。游戏可以像翻转硬币一样简单。在公平的游戏中，过去的表现不能预测未来的结果。每一回合，你会赢一些钱（硬币正面）或输一些钱（硬币反面）。现在想象一下反复玩这个公平的游戏，但是有个小的变化。每抛一次硬币都向前或向后移动一步，然后实际设想一下你的输赢结果（你可能需要在人行道或走廊上做这个游戏）。这个游戏的不可预测的性质将会自动呈现在一个不确定的两步中，你就像醉酒的司机一样来回蹒跚，试图在一个酒驾检查点走直线。任何类似鞅过程的公平竞争都会像“醉酒者的散步”一样随机产生输赢，正如巴舍利耶所发现的那样，股市的价格也是如此。我们现在把巴舍利耶的发现称为“股票价格随机游走模型”。

巴舍利耶的分析比其所处的时代领先了几十年。事实上，巴舍利耶提前5年就得到了类似于阿尔伯特·爱因斯坦在物理学布朗运动领域的研究结论，即一个悬浮在流体中的微小颗粒的随机运动，这只是很多其他例子中的一个。[注]然而，从经济学家的角度来看，巴舍利耶所做的贡献超过了爱因斯坦。[注]巴舍利耶提出了一个市场行为的一般理论，他认为投资者永远不会从过去的价格变动中获利。由于市场价格的随机游走行为就是一个鞅过程，巴舍利耶得出结论：“投机者的数学预期值为零。”换言之，从数学角度来说，战胜市场是不可能的。

不幸的是，巴舍利耶的成就多年来遭受冷遇，其中原因尚不清楚。他的论文《投机理论》（*Théorie de la Spéculation*）最终在1914年出版，得到了法国科研机构的赞赏，但并未受到过多的关注。由于著名概率论学家保罗·莱维（Paul Lévy）的不利推荐信，巴舍利耶未能在第戎大学获得终身职位，他之后在法国东部贝桑松镇的一所小型教学型大学度过了余生。[注]最有可能的是，巴舍利耶取得的成就相对其所处时代来说太前卫而遭到冷落：对于物理学家而言太偏金融，对于金融学家而言又太偏物理。

巴舍利耶成果的重新发现是令人难以置信的。1954年，芝加哥大学的著名统计教授伦纳德·吉米·萨维奇（Leonard Jimmie Savage）无意中在大学图书馆中发现了一本巴舍利耶的论文。萨维奇给一些同事去信，告知他们这块未被发现的宝石。有一名收信人是20世纪最具影响力的经济学家保罗·萨缪尔森（Paul A.Samuelson）。毫不夸张地说，这封信改变了金融史的进程。

---

1. Aristotle (1944),Politics,1259a.
2. Lo and Hasanhodzic (2010).
3. Hald (1990,chapter 4).
4. 这种不寻常的术语来源于18世纪的赌博策略，其中赌徒会把他们的赌注翻番以弥补以前的损失（显然，这无论如何都不是一个好主意，但十分诱人，其原因我们将在第3章和第4章中给出）。
5. See Bass (1985) and the fictionalized account of Mezrich (2002) for examples.
6. Einstein (1905).
7. 在给其博士生非正统的毕业论文的评语中，普安卡雷（Poincaré）突出了他对科学与金融经济学之间联系的好奇（Mandelbrot［1982，395］）：这个学生获得高斯定理的方式是最原创的，并且更有趣的是带有一些变化的推理可以扩展到误差理论。他首先提出了他自己命名的“概率的辐射”，乍一看似乎是一个有些奇怪的理论。实际上，作者对传播的分析理论和热传导进行了比较。细想一下就会发现，这个比喻是真实有效的，比较是恰当的。傅立叶的逻辑可以不做任何改变地应用在这个问题上，但这个问题与这个问题的创建来源如此不同。令人遗憾的是，（作者）没有在论文中进一步研究这部分。

8. 莱维后来承认他错误地理解了巴舍利耶的研究，并为其对巴舍利耶的负面评价道歉。

有效市场的诞生

现代经济学如此数学化的一个主要原因是保罗·萨缪尔森的贡献。要罗列出由萨缪尔森首次提出的以数学形式呈现的所有经济学思想几乎是不可能的。每个经济学家都具有特殊的风格，而萨缪尔森则受到美国数学物理学家约西亚·威拉德·吉布斯（Josiah Willard Gibbs）的启发，在整个经济学体系内应用了物理学的观点，这些理论被经济学界感恩戴德地接受了。他在1941年题为《经济分析基础》（*Foundations of Economic Analysis*）的博士论文立即成为该领域的经典，尽管题目或许有些自大；同样地，他在1948年出版的教科书《经济学》（*Economics*），现在仍然在印刷出版，已经到了第19版。[注]萨缪尔森在他传奇的生涯中妙语连珠而充满智慧，所以毫不意外，他于1970年赢得了诺贝尔经济学奖。在他漫长而光辉的职业生涯中，萨缪尔森重塑了他眼中的经济学。萨缪尔森于2009年逝世，享年94岁。

让我们还是回到20世纪50年代。萨缪尔森在得到萨维奇提醒之后立即明白了巴舍利耶所做的工作的意义。萨缪尔森在20世纪60年代早期将研究重点转向金融学，在参加各种课堂、研讨会和公开演讲中经常提及巴舍利耶。[注]如果说巴舍利耶解释了随机游走模型的基本机制，那么萨缪尔森则着手解释为什么市场价格的运动是随机的。

由于对芝加哥期货市场中一个非常实际的问题的兴趣，萨缪尔森偶然发现了问题的答案。芝加哥交易所的每个商品交易商都知道小麦的价格走势是有规律的。由于仓储成本，小麦现货价格往往从秋季收成至下一个春季都呈上升趋势，然后在下一次收获之前立即下跌，因为那时市场预期未来商品将会过剩。天气的变化也影响了小麦的日常价格。然而在1953年，经济学家莫里斯·肯德尔（Maurice Kendall）的统计检测表明，小麦价格似乎是随机波动的。[注]

萨缪尔森发现了一个悖论：如果天气影响了粮食的价格，谷物的价格怎么可能出现随机走势？[注]萨缪尔森知道天气模式虽然很复杂，但并不是随机的，而且季节交替也肯定不是随机的。在萨缪尔森看来，巴舍利耶的“随机游走”可能有点夸大其词了。

萨缪尔森以迅速而优雅的方式解决了这个难题，这也是他在经济学上的典型个人风格。在运用数学归纳法的基础上，萨缪尔森证明，资产过去价格变动的所有信息都与资产的现行价格紧密绑定在一起。现行价格已经包含该资产迄今为止所有已知信息，如天气变化、存储成本等。所有一切都已被考虑在内。因此，过去的价格变动在预测资产的下一个价格时不能提供任何信息。

萨缪尔森的推导如下：如果投资者能够将未来事件的所有潜在影响纳入资产的价格中，那么就无法根据现在的任何信息来预测未来的价格变动。如果可以的话，投资者首先就会使用这些信息。因此，价格的变动是无法预测的；如果一个市场是信息有效的，即如果价格完全符合市场上所有参与者的期望，那么接下来的价格变化一定是不可能预测的。这个想法很精妙，但它显然与卡尔达诺的鞅过程和巴舍利耶的随机游走有关。萨缪尔森在1965年具有重大影响的文章简明地总结了他的主要思想，其标题为“合理预期价格随机波动的证据”。不过今天我们称之为“有效市场假说”。[注]

有效市场假说对萨缪尔森来说似乎很简单，多年来他都束之高阁而没有公布于世。萨缪尔森后来承认：“我必须承认自己的想法在这几年里摇摆不定，到底它是显而易见的（几乎是微不足道的），还是具有决定性意义的。”[注]

但是，有效市场假说并不是萨缪尔森一人提出的。几乎在同一时间，芝加哥大学金融学教授尤金·法玛独自提出了该假设。法玛不是一个传统的金融学专业学生。他是一个能吃苦耐劳的第三代意大利裔美国

人，在高中时擅长运动，20世纪50年代后期在塔夫茨大学主修罗曼语。用他自己的话来说，“他对翻来覆去的伏尔泰著作感到无聊”，就选修了经济学课程，并因此改变了他的人生。在塔夫茨大学的最后一年，他搜集了30种道琼斯工业股票指数的每日数据，以构建基于数学的股票预测模型。虽然在本科时期法玛没有找到一种战胜市场的途径，但由数据驱动的统计分析方法成为法玛在经济学领域中个人的标志。

法玛继续在芝加哥大学攻读博士学位，研究股市。芝加哥大学是当时少数几家运用现代数字计算机进行金融学研究的大学之一。他发现了强有力的统计证据，表明股票是随机波动的。许多随机过程本质上接近于“正态”分布，也称为高斯分布，但是由于其形状呈对称的钟形，因而更常被称为钟形曲线。你甚至可能被一位特别可怕的老师根据这个曲线来进行评分：班级的前2.5%得到A，接下来的13.5%得到B，中间的68%得到C，接下来的13.5%得到D，最低的2.5%得到F，非常接近正态分布。法玛发现股票收益的分配可能比正常的高斯分布具有更多的离群值。法玛的股票收益分配并不是一个钟形曲线，而是呈现出所谓的肥尾，好像一名教师在曲线上给了10%的学生A，而不是高斯分布的2.5%。

法玛在1965年的博士论文中把他逐渐完善的随机游走理论介绍给金融分析师，首次将“有效市场”一词引入金融学词汇：

> “有效市场”被定义为一个有大量理性的利润最大化者积极参与竞争的市场，每个人都试图预测单个证券的未来市场价值，并且所有参与者几乎都可以自由获得重要的当前信息……平均来看，在有效的市场中，竞争会使得新信息对内在价值的全部影响在实际价格中“瞬间”反映出来。

法玛总结了自己关于有效市场假说的版本，并成为一句名言：在一个有效的市场上，价格充分反映所有可用信息。

法玛点明了有效市场假说对业界的实际价值，最终震撼了整个金融业。根据他在芝加哥的同事——哈里·罗伯茨（Harry Roberts）的建议，法玛将市场效率分为三个不同的层次：弱、半强和强。价格在这三个层次的市场效率下依次包含越来越多的信息。(注)

在弱有效市场中，价格完全反映在过去的价格所包含的信息中，所以使用过去的价格来预测未来的价格变化——“头肩”模式和烛台图表等技术分析——是无用的。

在半强有效市场中，使用公共信息——公司的收益、销售额和上市比率选择股票也没有意义。

最后，在强有效市场中，甚至私人的内部信息都无法让你获利。

举手之间，法玛一下否定了所有华尔街技术分析师、基础分析师、自营交易员和对冲基金经理的工作，认为他们完全是在浪费时间。如果价格已经反映了全部可用信息，那么招聘一个行业分析师或者基金经理有什么用呢？难怪华尔街对于现代经济学的接纳如此之慢。

多年来，尤金·法玛和他的弟子刊发了一大堆博士论文和杂志文章来检验有效市场理论，所有结果似乎支持了有效市场假说的三种形式。(注)在学术界，论文的重要性是由其他研究人员引用它的次数来判断的。法玛引用最多的论文是莱利·费雪（Larry Fisher）、迈克尔·詹森（Michael Jensen）和理查德·罗尔（Richard Roll）在1969年合作完成的，经常被称为FFJR。(注)FFJR简单而精湛的分析吸引了学术界人士，令华尔街的专业人士感到震惊，所以下面我们会花费一些篇幅详细描述。

经济学一直存在着一个问题，那就是许多实验无法用控制实验的方式来完成。经济学有很多复杂的理论，与物理学中的理论一样复杂，但我们不可能把经济运行放在实验室里进行实验。因此，经济学家不得不

依靠复杂的统计检验。因此，经济学家需要在现实的干扰之中寻找明确的理论规律，但结果往往不尽如人意。

但有时我们很幸运，会遇到一些“自然实验”。在原始数据中，只有一个因素在我们希望的时点发生了变化，我们可以直接使用科学方法，通过比较对照组的基准情况和实验组的改变情况，来检验我们的理论。

法玛及其合作者在股市中发现了一个特别完美的自然实验。FFJR研究了拆股对股票价格的影响。“二对一”拆股中，股东用一股旧股换取两股新股，在这个过程中，股票除了每股价格以外没有任何变化。公司拆股主要是为了降低股价让投资者更容易承担。但是，过去拆股经常伴随着增加股息，最有可能的解释是，拆股往往是因为业绩增长带来了股价上涨。正因如此，拆股一般会被认为是公司的利好消息，而股价也会随着分拆而上涨。

FFJR研究了从1927年1月到1959年12月共940只分拆股票的价格，并发现两个明确的规律：股票价格在宣布拆股的那天大幅上涨，但在拆股实际发生的那一天没有明确的方向。市场因为股票分拆而得到回报大概是因为股息增加，但是这种奖励几乎瞬间就完成了。另一方面，当分拆实际发生时，市场就不会再关心其奖励。（如果这个分析让你想起马洛尼和穆勒林对“挑战者号”爆炸失事的研究，应该是因为马洛尼和穆勒林使用的统计方法正是由法玛及其合作伙伴开创发明的。）

FFJR得出结论，股价在公布拆股之日完全反映了所有可用的信息。这是另一个对有效市场假说的确认，其隐含的结论无疑是给那些华尔街从业者另一记耳光。更加伤人的是，FFJR也表明在公告日进行交易无法利用这种规律获利。只有内幕信息可以给你机会，这是非法的——但请记住法玛的强有效市场假说，甚至否认了内幕交易的获利能力。基于这样的研究，FFJR的作者之一迈克尔·詹森在1978年吹嘘说：“没有别的经济学命题比有效市场假说更有经验证据支持了。”[注]

法玛通过他的有效市场假说，成为他那个年代最具影响力的金融经济学家之一。芝加哥经济学派的自由市场理念通常和最雄辩的冠军——米尔顿·弗里德曼（Milton Friedman）联系在一起，但有效市场假说也已经成为同样突出的一个标志，而这要归功于尤金·法玛。

---

1. Samuelson (1941;1947;1948) and Samuelson and Nordhaus (2010).
2. Samuelson (1973,6).1973年，在关于金融投机的数学机制的文章中，萨缪尔森对巴舍利耶非常赞赏：由于杰出的法国几何学家永远不会死亡，所以巴舍利耶有可能仍然在巴黎活着，通过使用看涨期权和看跌期权来进行机智的套利来补充他的退休基金。但我在过去的20年里在各地的演讲都没有引出关于他的任何信息。普安卡雷对这个理论做出了多少贡献并不明了，因为巴舍利耶把他的论文献给了他。最后，正如巴舍利耶引用的研究所示，他似乎已经有了一个方向。但是那是个什么方向！学界对他有傲慢的评价，认为他是一个在随机过程领域不严谨的先驱，但激发了许多更加严谨的研究，包括科尔莫哥洛夫（Kolmogorov），但这对巴舍利耶来说并不公平。他的方法在他的时代在科学上是严谨的，他的研究也是非常多产的。爱因斯坦在巴舍利耶5年后提出布朗运动理论时，对于他独立的基本发现相当的尊重。但是几年前，当我比较了两人的文字，我的判断是（我没有检查过）巴舍利耶的方法在爱因斯坦向量的每个元素中都占主导地位。因此爱因斯坦–福克–普朗克傅立叶方程的扩散概率在巴舍利耶的工作中就已经存在了，他还巧妙地使用了如今成为标准的映射方法。
3. Kendall (1953).
4. 如Samuelson（1965，42）所说的那样，“谁说天气没有序列相关性？”
5. Samuelson (1965).
6. 在后来的几年里，不论是否有不确定性，萨缪尔森对包含价格的形成机制和运动一直很感兴趣，这给他和他的学生带来了几个非常丰硕的成果，其中包括布莱克–斯科尔斯–默顿期权定价模型，这个模型是现代金融工程的基石。Black and Scholes (1973)and Merton (1973).
7. 由于其初中和高中阶段在足球、棒球和田径方面表现出来的优秀的运动能力，法玛被莫尔登天主教高中录取。
8. Fama (1963;1965a).
9. Fama (1965b).
10. Fama (1970).
11. See,for example,the studies in Lo (1997).
12. Fama,Fisher,Jensen,and Roll (1969).

13. Jensen (1978).

揭开有效市场的面纱

两位具有非常不同思想风格的经济学家——保罗·萨缪尔森和尤金·法玛，就有效市场得出了相同的结论。法玛对计算机、数据和统计分析的迷恋导致他最终得到有效市场假说，这是和萨缪尔森那优雅、简单和物理学启发式的版本完全不同的思考之路。但这两个版本的有效市场假说都有同样的禅意，是一种反直觉的体验：市场越有效率，市场价格的变动越随机。最有效率的、最全面的市场中价格变动是完全随机的，而且不可预知，但这不是自然选择的结果，而是市场的直接参与者试图从其所掌握的信息中获益的结果。这种随机性的结果在社会科学中是独一无二的。(注)

要理解有效市场的神奇之处是如何真正出现的，我们来进行一个思想实验。假设你恰好是一个咖啡机制造领域的投资者，迈斯特咖啡刚刚发布了一款最新的浓缩卡布奇诺咖啡机——西诺斑比诺。现在假设你也碰巧是机器设计方面的专家，你决定对西诺斑比诺进行测试。

在进行了大量的检测和技术分析后，你得出结论，认为这种新型的咖啡机有严重的安全隐患。虽然很不情愿，你决定出售迈斯特咖啡的股票，因为当这些安全隐患最终浮出水面时会对其股价产生负面影响。在安全问题成为公共信息之前出售股票本身可能会导致市场价格下滑，从而使得股票的价格中包含了你自己的专业分析。

除非你在迈斯特咖啡持有的股票足够多，否则，出售迈斯特咖啡的股票不太可能对其价格产生持久的影响。在所有的人中，每个人每天都有很多原因购买或出售迈斯特咖啡的股票。但是如果你碰巧是一个迈斯特咖啡的大股东（这可能解释了为什么你花了这么多时间和努力对西诺斑比诺进行了测试），你出售这些股票的决定可能会拉低股价。

事实上，即使你没有拥有迈斯特咖啡的任何股份，你也可以通过获得的信息进行一次赌博。你可以卖空迈斯特咖啡的股票。卖空比起普通的股票交易更加复杂，但也没有复杂到哪儿去。你借入迈斯特咖啡的股票以较高的价格出售，并以较低的价格（你希望）买回，然后归还给借你股票的人，从中赚取差价。

如果其他投资者对迈斯特咖啡的安全隐患也有同样的结论（也许是来自不同的渠道），那么他们也会出售股票，在这种情况下对迈斯特咖啡股价产生的影响累加起来就会很显著。因为存在像你一样精明的投资者，市场价格会加权平均所有市场参与者的信息和意见，其权重取决于每个参与者的资金量以及他有多坚定。

有效市场假说告诉我们，市场是群体智慧的结晶。由于自我利益的驱动（也称为贪婪），一群投资者在决策时不会放过任何一点信息的优势。值得一提的是“贪婪”在经济学家眼里不是一个贬义词。经济学的基本原则之一就是所有人都会在其预算约束下自发地最大化他们的预期福利。这就是我们所说的贪婪，但这并不是一件坏事。然而即使经济学家一般不考虑这个问题，所有行为都会产生社会影响，贪得无厌是对道德和伦理的违背。这些（贪心的）交易者将他们的信息纳入市场价格，但在这个过程中，最初吸引他们的获利机会也就很快消失了。因此，基于信息的交易无法获利，因为如果有利可图的话早就被人先下手了。

有效市场假说遵循一个简单的经济学逻辑得到了违反直觉的结论。卡尔达诺的鞅过程、巴舍利耶的随机游走、萨缪尔森的证明和法玛的统计数据都指向了相同的结果：价格必须完全反映所有可用信息。然而，有效市场假说并不是凭空产生的，它和哈里·马科维茨（Harry Markowitz）的最优资产组合理论、威廉·夏普（William Sharp）的资产定价模型（我们将在第8章中讨论）和费希尔·布莱克（Fisher Black）、迈伦·斯科尔斯（Myron Scholes）和罗伯特·默顿（Robert C.Merton）的期权定价模型共同成为金融经济学中量化革命的一部分。这些发现在相

近几年内陆续出现，并且照亮了几个世纪以来神秘的市场行为。在新的数量金融研究的所有发现中，有效市场假说是皇冠上的宝石。

这种深奥的发现不仅改变了经济学家对金融市场的思考方式，同时也使得普通大众更容易进入这些市场。有效市场假说让投资者可以自主地选择去追随投资大师的策略。你可以投资那些被动的、低成本的和充分分散风险的共同基金，而不是依赖于一个不太可能打败市场的投资顾问手动挑选股票。只需花一点力气，你就有可能打败一星期的热门。如果你的财务状况或者你对风险的承受程度有所变化，你可以根据描述风险与报酬之间的对应关系的金融理论重新平衡你的投资组合，或者你可以使用新型的投资顾问——一个精通这些理论的“专家”。

毫不夸张地说，有效市场假说带来了指数共同基金业务的出现，如今在金融行业中占据了数万亿美元的份额，并且仍在强劲地增长。现代金融经济学以其更加透明和系统化的投资流程，已经取代了盛极一时的股票选择者和预测人员。成功的技术能使人们做到他们从来没有想过自己能做的事情，而我们所说的金融技术同样如此，它是大众化的，但是，与所有新技术一样，它也带来了新的风险，我们将在后续章节中看到。

---

1. 有效市场假说让人联想到不确定性在量子力学中发挥的作用。如果量子力学理论成立，海森堡的测不准定理限制了我们对于电子的位置和动量的认知，而当经济自利的力量存在时，有效市场假说就限制了我们对未来价格变化的认知。

当你预期时你在预期什么

尤金·法玛关于有效市场假说的第二个内涵是：具有分裂的个性。实际上，有效市场假说是两个假说合成的。一个假说是关于市场参与者可以获得哪些信息，另一个假说是关于价格如何充分反映信息。对有效市场的早期检验集中于评估哪些类型的信息能够反映在市场价格上。但是关于市场是如何将信息融入价格的问题是同样重要的，而且很难数学化。

金融市场反映新信息的方式是令人瞩目的。但是，要想彻底了解它的机制，我们可能需要绕行到一个意想不到的地方：18世纪的猪市场。早在1776年，在《国富论》（*The Wealth of Nations*）中，亚当·斯密就利用猪价格来说明供求情况。[注]在新独立的美国，没有什么比猪价格更合适提供清晰的证据了。从弗吉尼亚州的殖民地火腿开始到崛起的芝加哥的“世界范围内猪的屠夫”，再到如今的艾奥瓦州从中间切开的猪排和明尼苏达州的罐头，美国向西部扩张的历史也是猪肉的历史。

美国人喜爱猪的起源有一个简单的经济学解释，这在当时很好理解。许多美国人是农民，其中许多农民种植玉米。但是，对于那些把玉米运到市场进行交易获利的农民，如果玉米销售价格太低，运输成本就过高了。这使得农民有两种方式可以让过剩的玉米赢利：作为饲料养猪出售，或是酿造威士忌酒（高赋税并有违法风险）。所以农民开始在市场上卖猪获利。

结果是，农民和投机者都在猪价的起伏中寻找规律。早期技术分析师之一塞缪尔·本纳（Samuel Benner），自称是俄亥俄州农民，他在1876年第一次发表了他的文章《本纳对未来价格上升和下降的预言》（*Benner’s Prophecies of Future Ups and Downs in Prices*）。[注]尽管他的

书有一个神秘的名字，但本纳关于猪周期和其他商品周期做出了准确的观察。结果表明这些价格存在周期性的波动，而不是随机波动。“猪的价格在周期性的低价时期会有两三年的交替下降，很少有连续两年的平均价格保持不变。”本纳写道。

在20世纪20年代，美国政府的预测人员借鉴了本纳朴素的智慧。新成立的美国农业经济局的两位研究人员，哈斯（G.C.Haas）和莫德开·伊泽吉尔（Mordecai Ezekiel），制定了猪价预测模型。(注)不过，他们遇到了一个严重的理论问题，同时又具有重要的实际意义。

经济学中的基本理论认为价格是由供求关系决定的，这个想法既简单又深刻。两种相对的力量相互作用，决定了合适的价格。一方面，生产者（供应商）愿意在更高的市场价格下提供更多数量的产品。另一方面，消费者（需求者）正好有相反的倾向：随着价格的上涨，他们需要更少的产品；当价格下降时，他们需要的产品也就更多。对生产者来说，关于可接受的价格和数量组合是一条从左往右向上倾斜的曲线，而对消费者来说，则是一条向下的曲线。这就是著名的供求曲线（见图1.1）。

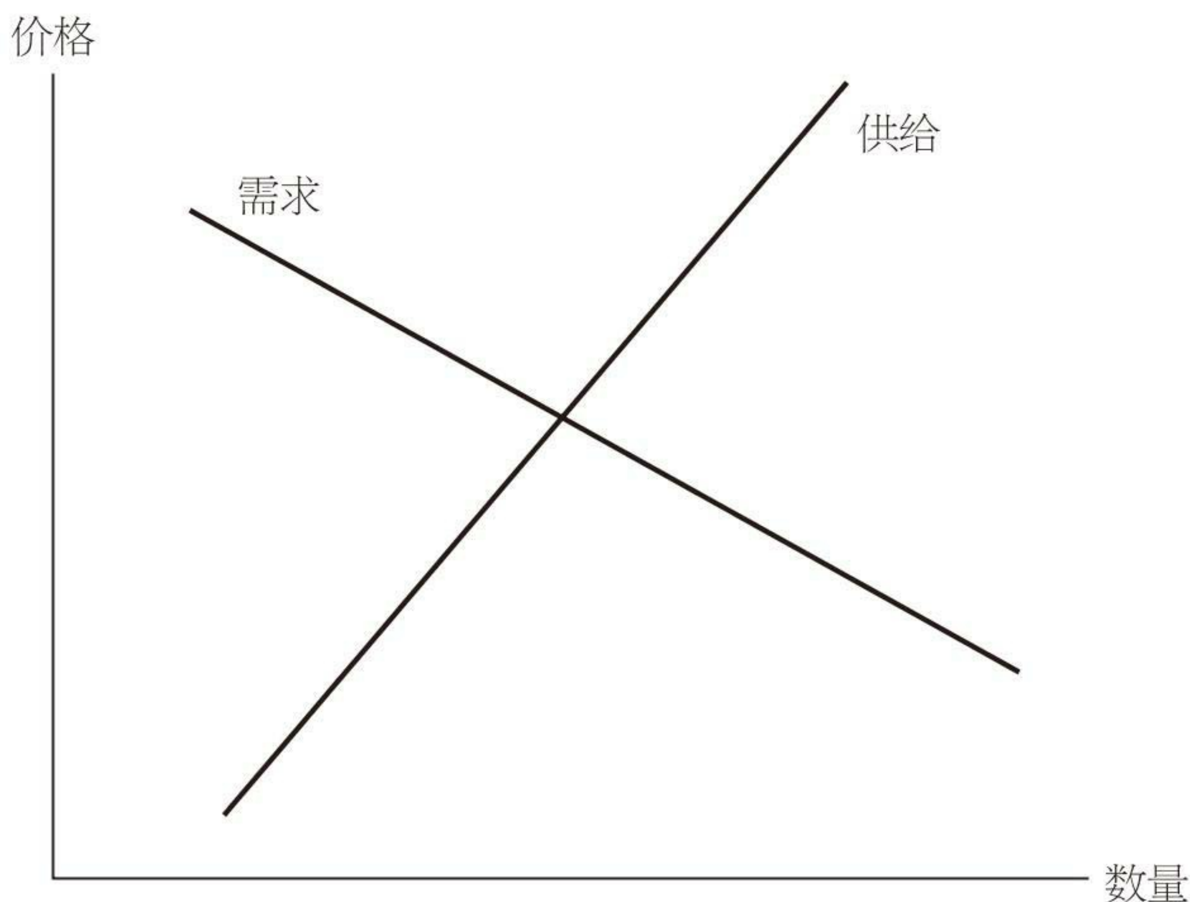


图1.1 供给曲线和需求曲线

来源：Reprinted from Publication title,Vol /edition number,Author(s),Title of article / title of chapter,Pages No.,Copyright (Year),with permission from Elsevier

两条曲线在一个点相交：经济无忧点。这个点是价格和数量的唯一组合（P*，Q*），同时满足了生产者和消费者的愿望。换句话说，在P*点，生产者愿意生产Q*，消费者也正好想要Q*。这是经济学家认为最接近双赢的事情。经济学家把这个平衡点称为“均衡”，商品价格在这个供求交叉点被“发现”了。

哈斯和伊泽吉尔对猪周期的预测有一个重大的疑问：定期重复的猪周期违反了均衡的唯一性和稳定性。不知是什么原因，猪价似乎总是定

期地错过均衡点。政府的模型显示了猪与玉米比价的变化周期大约为4年。作为更资深的研究员，哈斯尝试过提高预测的准确性，但伊泽吉尔试图以标准经济条件下的供需为基础搭建猪价循环模型。

作为一个预测人员，伊泽吉尔想尽可能准确地描绘猪的供给和需求曲线。然而，作为一个经济学家，伊泽吉尔也想解释成千上万的农民和买家是怎样年复一年使得猪价格偏离经济的无忧点。作为一个政府雇员，伊泽吉尔想保护农民免受猪价不必要的波动的影响。于是伊泽吉尔调研了那时在这个领域已知的理论和知识。

经济学的供需理论几乎没有谈到价格如何随时间变化，但在伊泽吉尔的研究出版8年后的1934年，伊泽吉尔在英国经济学家尼古拉斯·卡尔多（Nicholas　Kaldor）的一篇文献回顾中找到了一个可能的解决方案。[注]那时的经济学界和现在一样是一个国际化的大企业：卡尔多在其文章中谈到两篇德语文章，分别由美国人亨利·舒尔茨（Henry Schultz）和意大利人翁贝托·里奇（Umberto　Ricci）独立完成。舒尔茨和里奇探究了如果供需曲线框架下的价格发现过程不是平滑的或瞬时完成时会发生什么，比如价格发生在一段不连续的时间段内（就像一场比赛的转折点）。

令人惊讶的是，舒尔茨和里奇发现，在这种情况下，价格往往在均衡点周围循环移动。在某些情况下，价格甚至完全偏离了均衡点。卡尔多称之为“蛛网”理论，因为基于所产生的供应与需求变化图形和蜘蛛网有着相似之处（见图1.2）。

伊泽吉尔马上看到了蛛网理论的价值，可以用来解释他的猪周期以及其他商品的周期之谜。[注]由于其重要性，让我们从另一个角度来一步一步分析图1.2中的蛛网。假设我们从非均衡点开始（离经济无忧点有一些距离），在某点，猪农们决定在本季共同饲养1000头猪。这个数量，在第Q_0点，农民期望每头猪能获得100美元，或是根据供应曲线得

出的P_0。但是，根据需求曲线，消费者愿意为这1000头猪付出更高的价格，其价格是P_1=200美元。

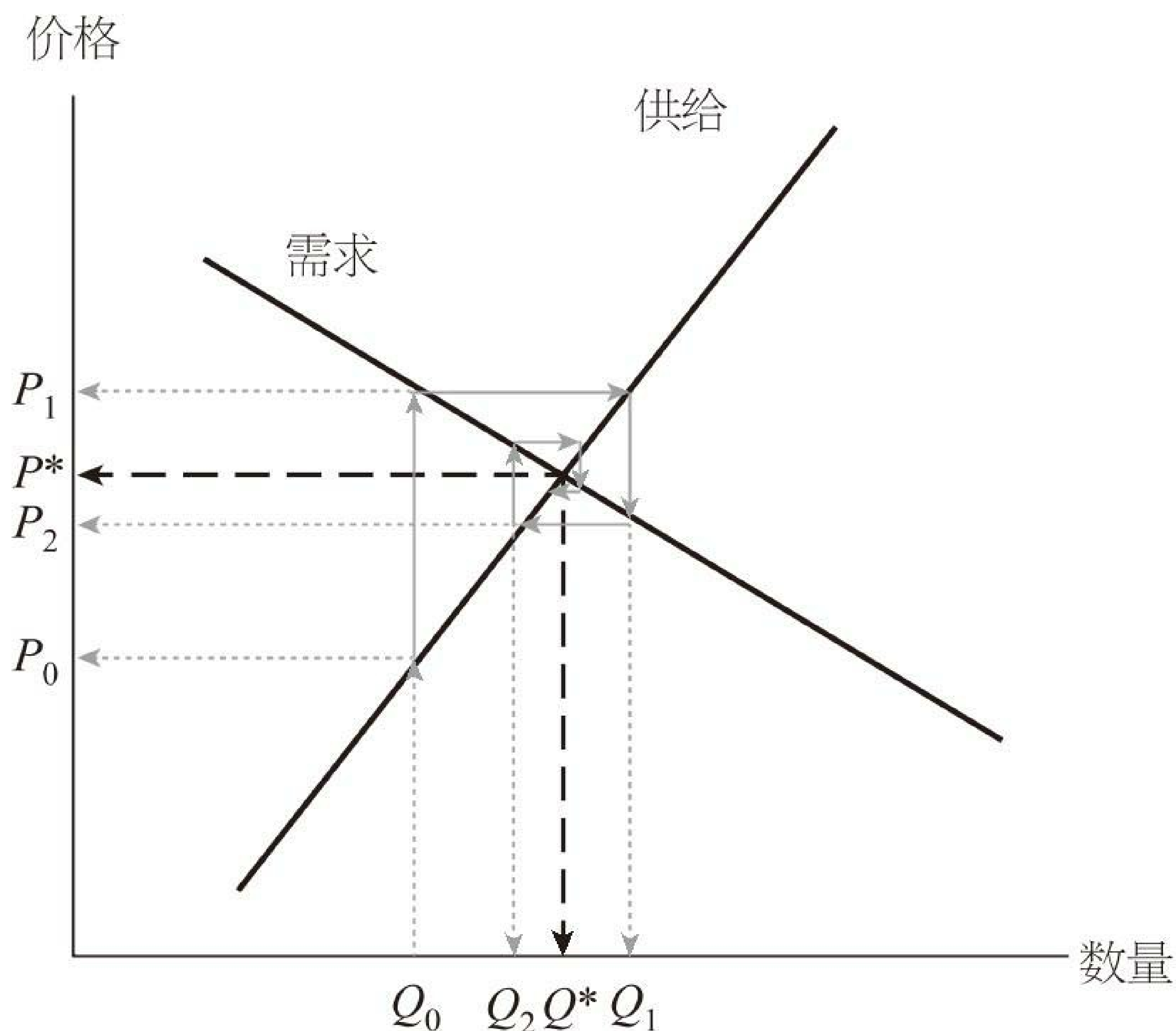


图1.2 带有振荡的猪周期的“蛛网”模型最终收敛到均衡点（P*，Q*）。从Q_0开始，人们的预期价格为P_0，而实际价格则是P_1，产生供应Q_1；Q_1数量下产生实际价格P_2，依此类推；螺旋继续，直到达到（P*，Q*）点供应等于需求

这一事件令人吃惊，当每只猪在200美元的价格时，农民想要供应更多的猪，供应曲线显示他们愿意提供Q_1=2500头猪，但当季的库存不足以供应，他们所能做的就是决定在下季增加供应。然而，当下一季农民带2500头猪来到市场时，他们发现市场价格是P_2=125美元时十分失望，这是消费者愿意支付的金额。

然而，当每只猪在125美元的较低价格时，农民只愿意生产Q_2=1250头猪，所以这是他们在下一季将会做的事情。当然，当他们把这么少的猪带到市场上出售时，他们再次感到惊奇的是，每只猪的价格超过了他们期待的125美元，因为他们只能供应1250头猪。

这种过度和不足的交替年复一年地重复着，但图1.2显示实际价格与预期价格之间的差异在每一季都会逐渐缩小，直到差异变得可以忽略不计，使猪农获得他们期望的价格，给定他们生产的猪的数量。一旦市场达到平衡（P*，Q*），农民和消费者的供给和需求在价格P*都是Q*，皆大欢喜。经济无忧点得以实现。

当然，这是对猪市场的高度抽象的描述，在现实中尽管没纸面上这么简单，但我们的描述确实抓住了这个市场的基本特征。因为养猪需要一段时间，生产者必须提前两年确定未来的产出。如果他们对生猪未来价格的预期完全基于当前的价格，那么出发点不是（P*，Q*），价格和数量就会随着时间的推移而不动，供给过剩和需求过剩会交替出现。

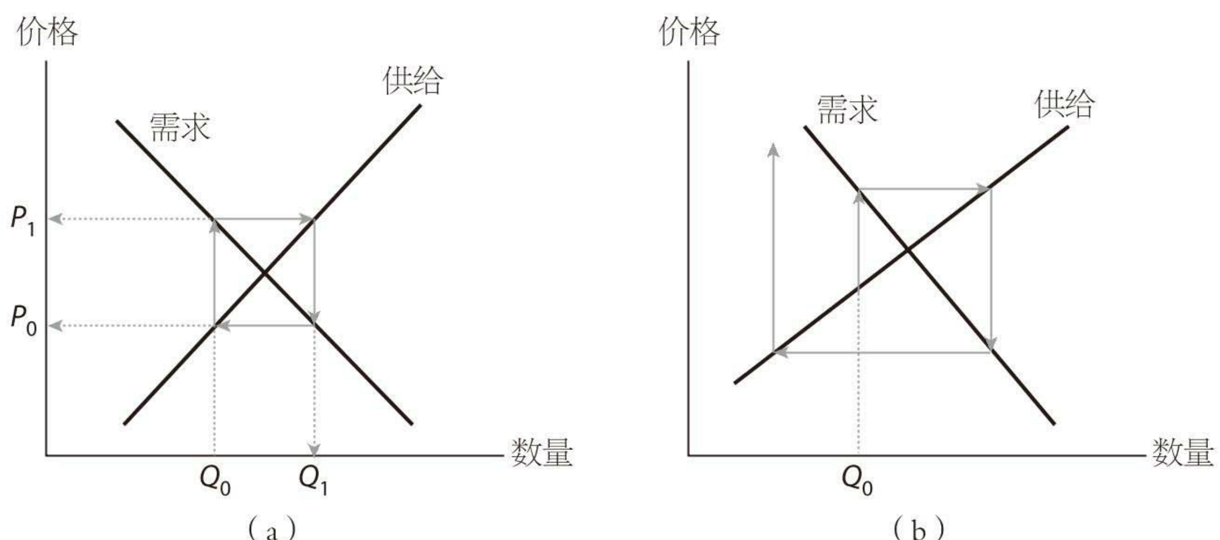


图1.3 永久振荡（a）和向外延展（b）的猪周期的蛛网模型

但如图1.3中市场最终达到无忧点的情况只是其中一个可能。如果供需曲线的斜率略有变化［见图1.3（a）］，价格和数量将永远振荡，

永远也达不到均衡。而如图1.3（b）所示的供求关系，价格和数量螺旋向外，暗示着生产者日益增加的损失和消费者不断增加的饥荒或过度供给，最终导致市场完全崩溃。经济将落入地狱。

经济无忧点与经济地狱之间的差异取决于蛛网模型的一个关键特征：预期。因为猪农预计下一季的价格与目前的市场一样，所以农民下一季所得到的价格总是让他们大吃一惊。伊泽吉尔到各地进行调研，向农民和投资者解释猪周期的相关研究，希望这样做可以让买家和卖家明白过来，提高他们的意识，有助于减少周期波动。可他的愿望没有实现，二战以后，猪周期变得更加明显。[注]难道就没有办法打破这个恶性循环吗？

直到1961年这个问题才得以解决。那一年，卡内基–梅隆大学工业管理研究所一名乳臭未干的经济学助理教师约翰·穆斯（John Muth）发表了一篇论文，不仅解释了这个谜团，而且改变了之后几十年的现代经济学的发展进程。

该研究所如今更名为泰伯商学院，是一个不寻常的、非传统的地方。工业管理研究所成立于1949年，专注于研究管理、运营研究等不太热门的领域，而不是商业学位的传统领域。作为工业管理研究所使命的一部分，其教授分析了世界工业生产规划等问题，如企业如何进行未来生产决策。就像萨缪尔森关于芝加哥期货市场的问题和伊泽吉尔关于猪周期的问题，这个问题有着一个意想不到的、深刻的答案。

一些工业管理研究所教授，特别是未来的诺贝尔奖得主赫伯特·西蒙（Herbert Simon）认为，企业只使用部分经济信息来进行他们的预测，同时他们的推理能力也是有限的。西蒙把这称为“有限理性”，我们将在第7章花费更多的篇幅来解释这个概念。其他经济学家，像芝加哥大学的米尔顿·弗里德曼，相信这个企业用他们过去的销售数据来预测未来的需求。这个常识理论被称为“适应性预期”，因为对企业的预期是

根据先前的情况进行适应调整的。图1.2和图1.3所示的蛛网模型是适应性预期的一个特例，其中猪价格来自上一季并决定了当季的猪供应。

约翰·穆斯从完全不同的角度进行了分析。如果猪农和猪买家也是经济学家呢？如果他们明白了整个蛛网模型的理论呢？事实上，他们理解了伊泽吉尔想要他们做的，那会怎样呢？又如果这些个体能够完美地测量图1.2和图1.3中的供需曲线，并可以计算两者的交点，那会怎样呢？

在这种情况下，猪的数量不会出现短缺或过剩，因为农民会生产Q*头猪，并期望他们的猪获得P*美元，买家愿意支付P*美元并消费Q*头猪。市场将一直保持在这个均衡状态，即使一些外部冲击造成暂时的偏离。例如，某种疾病消灭了1/4的猪。市场上的每个人都会知晓这个事件，重新计算新的均衡后做出理性的反应。事实上，重新规划的行为将会使市场达到一个新的均衡。

穆斯认为，对任何理性猪农或商人来说应该预期到经济均衡预测的结果：理性预期。[注]任何基于其他预期的决策将会带来不理想的结果。

穆斯告诫说，在这种情况下，“理性”只是意味着与经济理论中完美的理性假设有相同的结果。穆斯强调：“把这种预期称为‘理性’，我们可能会将这个纯描述性的假设与公司实际的决策机制混淆了。这并不表示企业家的决策会类似于求解一组联系方程；这也不能说明企业家的预测是完美的，而且他们的期望是完全相同的。”然而，那些传承穆斯想法的人往往忽视了这个告诫。

穆斯声称像猪周期和蛛网模型一样的经济现象不是错误预期的结果。相反，对周围的外部冲击的周期性反应是复杂的经济制度所决定的，就如同沉重的大石落在床垫上时床垫的反应一样，即使床垫在不受干扰的情况下也没有固有的周期性反应。在进行统计分析时，穆斯认为，没有确切理由支持蛛网模型比理性预期模型更接近实际。作为一个

整体，农民对生产量有理性的期望。他们是理性人和经济人，至少根据经济学定义他们是完全理性的。

穆斯的理性预期理论是一种反理论。穆斯的理论基于三个前提：（1）信息是稀缺的，经济系统一般不会浪费任何信息；（2）预期的形成具体取决于经济体系的结构；（3）公共预期对经济体系运作将没有实质性的影响（除非依据的是内部信息）。[注]

这些思想也清晰地表现在有效市场假说中。根据穆斯的反理论，其余的经济理论在预测能力上几乎并没有太大的用处。理性预期并“不是经济学中边际收入的产值是零这样的东西”，穆斯开玩笑说，因为个人预期比整个市场的预期只会更糟。

穆斯关于理性预期的论文在1961年无疑是激进的，经济学界一开始并不知道该怎么接受它。威廉·庞兹（William Pounds）在1966年成为MIT斯隆管理学院院长之前是穆斯在工业管理研究所的多年同事，他深信穆斯把这篇文章写成了一个古怪的笑话，“我深深地相信杰克正在拖他们的后腿”。[注]可能不会有人想到赫伯特·西蒙——后来成为工业管理研究所最受尊敬的与有争议的教授，会来支持和拥护穆斯的发现，因为西蒙关于有限理性理论和理性预期理论截然相反：“杰克显然应该获得诺贝尔奖，尽管我认为它和真实世界有距离。有的想法会产生巨大的科学价值，即使并不一定正确。”[注]

经济学不是一个追名逐利的领域，尽管穆斯做出了重要发现，但他在本领域内也名不见经传。穆斯的论文并没有特别清晰地阐述他的理论，他也几乎没有去宣传，虽然他应该获得更多的认可。相反，穆斯1964年离开卡内基–梅隆大学到了密歇根州立大学，然后去了印第安纳大学。罗伯特·卢卡斯（Robert Lucas），卡内基–梅隆大学工业管理研究所的另一名教授，把穆斯的想法带入公众视野，从而改变了经济学界的发展进程。故事有了戏剧性的发展，在20世纪70年代，卢卡斯对理性预

期的应用远远超出其他工业生产规划问题，催生了全新的宏观经济学理论，几乎代替了伟大的英国经济学家约翰·梅纳德·凯恩斯（John Maynard Keynes）提出的被普遍接受的宏观经济学理论。[注]

宏观经济学是指对整个经济体系的研究。因为经济是自给自足的——我所花的钱是来自别人用来购买第三方的商品赚取的，如此等等——研究个别市场的结论不一定适用于整个经济体。在宏观经济学中，有一个已知的失业和通货膨胀之间的长期关系，这就是为人熟知的菲利普斯曲线。这个曲线很容易解释：高失业率周期内通常有着较低的通货膨胀，而低失业率周期内通常有着较高的通货膨胀。菲利普斯曲线展示了大多数政策制定者认为政府减少失业率的政策是在提高通胀率的基础上进行的，而减少通胀则以提高失业率为代价。调整其中一个，则另一个就会出问题。

然而，在20世纪70年代，菲利普斯曲线遇到了一个问题：它失效了。美国同时出现了高失业率和高通胀率。政策制定者甚至发明了一个新词来形容它：滞胀。同时，美联储的传统凯恩斯主义政策似乎也无法解决这个问题。

1976年，使用穆斯的理性预期框架作为起点，卢卡斯认为，菲利普斯曲线不是一个因果关系。卢卡斯认为，如果经济中的个人有理性期望，政府旨在减少失业但会增加通胀率的政策可能不会达到政策制定者的意图。特别是，如果企业预期政府的干预会带来通胀，他们会把这个预期纳入他们的生产计划，这会产生一个新的均衡，而这个均衡很可能没有更高的就业率。

这就是众所周知的“卢卡斯批判”，这对凯恩斯主义宏观经济学及其在制定政策中的作用是一个致残的打击。这个批评似乎解释了政府政策在减少失业率和降低通胀率中的无能为力。在后来的几十年里，卢卡斯和他的学生主导了宏观经济学领域，理性预期在学术界的研究者、中央

银行家，甚至许多监管机构和政策制定者中成为新的正统观念。

因为在理性预期方面的研究工作，罗伯特·卢卡斯在1995年获得诺贝尔经济学奖。后来诺贝尔经济学奖还颁发给了另外4名相关学者，他们和卢卡斯一起重塑了现代宏观经济，其核心是理性经济人，一个完美的理性人。[注]

穆斯怎样了呢？尽管理性预期理论获得了巨大成功，却很少有人知道穆斯的名字。在20世纪80年代初期关于理性预期革命的采访中，卢卡斯被问及学术界缺少对于穆斯原创论文的认可。卢卡斯感到困惑："我们当然知道他的研究。那时穆斯是我们的同事。我们只是觉得不重要……也许他只是感到气馁，因为没有人注意。写出激进的文章，但别人只是轻拍你的头说'挺有意思'，却没有任何其他反应，这一定是一段令人不爽的经历。"[注]

穆斯在印第安纳大学中仍然籍籍无名，在那里他教授运营管理课程，直到2005年去世。

---

1. Smith (1776［2005］,236).
2. Benner (1876).
3. Haas and Ezekiel (1926).
4. Kaldor (1934).
5. Ezekiel (1938).
6. Breimyer (1959),Harlow (1960).
7. Muth (1961).
8. 事实上，Muth（同上，318页）使用了与萨缪尔森和法玛类似的逻辑，但是应用于非金融市场："如果理论的预测比企业自己的期望要好得多，那么'内部人士'就有机会从内部消息中获益——可能的话进行囤货投机，或通过向企业出售价格预测服务获益。如果企业的总体期望值与理论的预测一样，那么这种机会将不复存在。"
9. William Pounds,personal communication,April 21,2011.
10. Simon (1991,249).

11. Lucas (1972).

12. 芬恩·基德兰德（Finn E.Kydland）和爱德华·普雷斯科特（Edward C.Prescott）由于他们关于动态宏观经济理论的工作于2004年获得诺贝尔经济学奖，以及托马斯·萨金特（Thomas J.Sargent）和克里斯托弗·西姆斯（Christopher A.Sims）开发了高阶方法，使用历史宏观经济数据来估计理性预期模型，他们于2011年获得诺贝尔经济学奖。

13. Klamer (1983,38).

实践中的有效市场

我们已经看到了有效市场假说和相关的理性预期理论是如何成为经济学中最重要的理论框架的。如果人类足够理性，如果群体足够智慧，如果市场足够有效，那么这个力量应该还可以有其他用途。在马洛尼和穆勒林对“挑战者号”航天飞机爆炸分析中，我们已经看到了市场在纽约证券交易所展示的令人难以置信的信息搜集能力。也许在理论上，我们把市场当作一个新闻聚合器和超级计算机的组合，这就能充分展示有效市场的力量。

事实上，这样的市场已经存在。它被称为预测市场，它所做的正如其名——做出预测。预测市场的结构十分简单：建立一个证券，如果一个特定的未来事件发生了，支付1美元；如果没有发生的话也不会付出代价。通过群体的智慧和有效市场的力量，这种证券的当前价格将反映市场对于该未来事件的可能性的估计。

例如，考虑一只证券，如果波士顿红袜棒球队赢了本赛季的世界系列赛则支付1美元，如果没赢则什么都不付。如果证券价格为1美元，那就意味着该事件被认为是一个肯定的事情，而价格为0美元，那就意味着这是不可能的，价格介于0~1美元的任何数字都可以被看作是一种概率——市场的概率——红袜队将赢得世界系列赛。今天的证券价格可以解释为市场目前对该事件的可能性的估计。

但不同于抽象的数学概率，这个概率是非常真实的。这是冰冷的现金。基于金融力量的逻辑，你的预测越准确，在棒球赛季结束时你就能赚越多的钱，所以人群中的每个人都有动机尽可能地保持明智。这是非常好的搜集信息的方法，因为如果有效市场假说成立，市场价格充分反映了所有可用信息。而且不仅仅是红袜队，想象一下还可以创建搜集关

于恐怖事件、流感、核灾难和总统选举信息的预测市场。

这可能听起来有点像科幻小说，但预测市场在19世纪和20世纪初在美国被广泛运用于预测选举，在现代选举轮询技术出现之前。[注]保罗·罗德（Paul W.Rhode）和科勒曼·斯特朗普（Koleman Strumpf）记录一些早期的原型——那就是博彩市场的标准化合同。这些市场非常受欢迎，随着大选的升温，刊登每日报价的报纸的价格都会随之上升。在20世纪20—30年代，“投注专员”的专业公司都在华尔街办公室之外运营。

预测市场被广泛认为是了解总统竞选状况最准确信息的方法，并通常能在选举日之前预测胜利者。最大的特例是查尔斯·埃文斯·休斯（Charles Evans Hughes）和伍德罗·威尔逊总统（Woodrow Wilson）在1916年的竞选，在竞选夜之前两边的胜率旗鼓相当，在没有商业性广播电台的1916年这是一个惊人的结果。

在1924年的大选之后，《纽约时报》写道：“在总统选举中最有把握的预测是在华尔街。总统竞选的最后两个星期的赔率几乎总是在选举日得到证实。原因很简单，华尔街的赔率代表了一个非常没有偏见的大量人群的意见，他们的意见只为牟利而来，对于他们来说在柯立芝和戴维斯这两位总统候选人之间进行选择就像在安纳康达铜矿公司股票和伯利恒钢铁公司股票之间进行选择一样心平气和。”[注]

随着互联网的出现，预测市场也经历过一些复兴。最初的艾奥瓦电子市场——最初是艾奥瓦总统选举股市——也许是最著名的研究类的预测市场，历史可追溯到1988年总统大选，[注]但是商业性的预测市场也越来越受欢迎。很多这类市场做得和传统预测效果一样，甚至更好。例如，在2010年仲夏，艾奥瓦电子市场准确预测出共和党会控制众议院，但民主党控制参议院，这是一个很少有人预料到的结果。

另一方面，在一些特别激烈的政治角逐中，如2012年总统大选，人们试图操纵市场为他们偏爱的候选人造势，就像一个不择手段的交易者

也许试图推高一个便宜股票的价格。虽然这没法去影响选举的结果（因为这些市场的规模实在是太小了），它在市场自我修正之前损害了预测的有效性。然而最后，根据有效市场假说，那些预测结果更准的人获得了更多的收益，而那些试图操控市场的人会赔钱。

但预测市场只是有效市场的一个可能用途。我又一次和MIT的前同事、市场营销学教授伊莱·达翰（Ely Dahan）闲聊，想到了一个意想不到的用途。伊莱告诉我关于他最近完成的一篇文章，研究如何使用消费者调查问卷得到的结果通过复杂的数学计算来推测消费者偏好。问卷调查对营销至关重要，如何抽取有代表性的消费者群体非常复杂而且昂贵。

你可以想象，作为专门从事金融市场的经济学家，我的反应是：你难道不能建立一个人工市场，用不同的证券代表不同的自行车气泵（打气筒），而人们可以随意交易，看看哪个证券最终的价格最高？我的想法是要求学生在我们的斯隆商学院交易实验室里虚拟交易自行车气泵公司的股票，斯隆商学院交易实验室是一个大型计算机实验室，设有专业级交易平台、电话交易塔、电脑屏幕和实时数据，在我们关于估值和风险管理的课程中，学生可以交易假想证券。

伊莱表示了怀疑，不过可以理解。预测市场会在未来结果实现时支付（或不付）真金白银。钱不是问题，我们可以在交易实验室中设计小赌注的预测市场，但在这种情况下，我们的回报无法绑定特定的事件，这既不是红袜队是否能赢得世界系列赛也不是哪个总统候选人会赢得选举。

除了我作为金融经济学家对此的自然偏好之外，有两个理由让我相信这种做法是可靠的。第一个是科技泡沫事件。1999年我和伊莱第一次交谈时，泡沫还没有破。没有税收、销售、收入或资产的互联网公司可以在股市上被定价、买入和卖出。如果股市为这些“概念”公司定价，那

么股市几乎可以为任何事物定价。而且如果股市能够为这些“雾件”[注]进行估值，那么股市对这些雾件背后的概念本身也同样可以估值。

我对市场具有信心的第二个原因是我自己做的一些相关研究。我和MIT大脑与认知科学系教授汤米·波焦（Tommy Poggio），以及两个出色的学生——尼古拉斯·陈（Nicholas Chan）和阿德拉·金（Adlar Kim）一直在做人工市场的研究。我们4个人都通过计算机模拟金融市场，其中的模拟交易员都使用非常简单的交易策略，我们能够模拟生成许多在纽约证券交易所发生的现象。我们印象非常深刻，市场从模拟交易员那儿提取和整合信息的能力。可以想象，在一个实验室设计一个简单的股市并让人彼此交易一些概念也并没什么大不了的。

我们决定与伊莱合作测试这些想法。我们的方法很简单：我们创建了一个最原始的基于网络的交易屏幕，参与者可以买卖代表11个假想自行车气泵中的虚拟公司的股份。伊莱已经通过详细的问卷调查、重点组和计量经济学分析等耗时耗资的营销研究技术评估了消费者偏好。我们使用了学术界最伟大的自然资源——学生作为参与者。

我们为此建立的交易网站，称之为“概念证券交易”，或者简称STOC。我们给了每个参与者相同数量的每家公司的股份，以及相同数量的初始实验室资金，使得这些交易者处于同一起跑线，进行公平竞争。学生大概有5分钟来进行交易，尽可能地多赚钱。我们向那些在短暂而激烈的交易中挣钱最多的学生发了礼品卡。

我们获得了惊人的发现。在交易的前两三分钟内，STOC市场价格已经把产品进行了清晰的排序。在只有28名学生进行交易的STOC市场，前后不过10分钟，只花费了数百美元的礼品卡，STOC市场价格排名与传统的消费者问卷调查获得的排名的相关性为85%（一个完美的相关性将为100%）。相比之下，标准消费者问卷调查通常需要数百名参与者，费用为数万美元或者更多，而且整个调查可能需要几个星期才能

完成。如果你使用市场机制来提取群体智慧，群体智慧显然是廉价的。

我们对自行车气泵实验的成功感到非常惊讶，以至于最初我们都不相信得到的结果。我们用新的产品重复实验，但得到了相同的结果。在接下来的10年里，我们对其他消费品也进行了类似的实验——汽车、笔记本电脑包和电子游戏软件，在每种情况下，我们发现概念交易得到的信息和那些非常昂贵的调查方式所提供的消费者偏好信息非常相似。做了足够多的实验后，我们相信我们的成功不只是因为运气，于是在2011年的《营销研究杂志》（*Journal of Marketing Research*）上发表了我们的研究结果。(注)

从这样的经验中，我知道有效市场假说不仅仅是一个不切实际的学术理论。群体智慧确实存在，并且由于萨缪尔森、法玛、穆斯、卢卡斯和许多其他经济学家，我们现在明白市场是如何提供群体智慧的。有效市场是强大而实用的信息汇总工具，比任何已知的方法更快速和更便宜。从效果上来说，一个市场就像一台巨大的超级电脑，它的每一个部件是由我们所知道的最聪明的电脑组成：人脑。

借助有效市场的力量，我们可以搜集关于我们未来的所有信息，可以预测环境中的所有潜在变化，我们的预期是理性的，价格完全反映所有可用信息。那么，是否可以夸张地说通过有效市场，人类已经远远超越了使用简单的石器工具，在洞穴居住的狩猎–采集社会？我的答案是否定的。在许多方面，智人已经在过去几千年里进化成了理性经济人——一个理性的经济个体，而现代金融市场可能只是对应着进化过程中的直立行走和适合抓握的手指。

那么是什么样的理性经济人制造了20世纪八九十年代的贷款危机、互联网泡沫和2008年的金融危机，并经常做出愚蠢的金融决策呢？

---

1. Rhode and Strumpf (2004).
2. New York Times (1924).

3. Forsythe et al.(1992).
4. 雾件，指那些只是概念宣传但还未量产的软硬件产品。——译者注
5. Dahan,Kim,Lo,Poggio,and Chan (2011).

第2章 如果你如此聪明，为什么你不富有

拒绝随机游走

1986年秋天，在我担任宾夕法尼亚大学沃顿商学院金融系助理教授的第二年，我收到了一个学术演讲邀请。这是我收到的第一个此类的邀请，而邀请方是NBER（美国国家经济研究局）举办的一个知名年度会议。当我同意在这个会议上讲演时，我其实对自己正在做什么知之甚少。

每个职业都有其怪癖和特质。对于刚完成博士学位和新入职的年轻教师，这个邀请是一件盛事。NBER会议是召集来自美国各地大学志同道合的经济学家的重要聚会。第一次会议演讲是所有青年学者的考核仪式，他们还没有获得终身教职的特权。这个年轻的学者将他的原创研究介绍给他的同事们。接着，一个指定的发言者——“点评人”，通常是同一领域的资深学者将会登上讲台，对年轻学者的研究提出意见或批评，这之后便是面向观众的开放性问答。事实上，大多数学科的学术会议的流程都是这样的。

这样的经历可能会像进入上流社会的富有魅力的成人礼一样，但也可能像新生入学受到的戏弄那样糟糕。如果你做得很好，你就找到了一条通向著名大学终身任期的康庄大道；如果失败的话，意味着你可能需要向华尔街猎头进行电话求助——并没有什么不光彩，但对追求体面的学术生涯的人而言，这意味着毁灭性的打击。

我们的会议可能会让外行人昏昏欲睡，这也许是另一个经济学被称为“令人沮丧的科学”的原因。此外，虽然我们的会议看起来很学术，大家都很诚恳，但冲突和辩论与冥想静思一样常见。在这层外表下隐藏着只有内行人才能充分理解的学术激情，不安、嫉妒、好斗、鲁莽、爱表现、自恋和报复，这些都可能在学者身上找到。教授之间如果没有激烈

的竞争，他们就什么都不是。一项著名的男性睾酮水平研究显示，在各种职业中，演员和橄榄球运动员得分最高，然后是医生，而教授排在第四位，领先于消防员和推销员。(注)

学术界吸引这些好斗的人的原因很简单：这个行业的重要组成部分就是表现出与同龄人相比，你有多聪明。实现这一目标的两个最常见的方法是提出一个好想法和摧毁别人的好想法。当然，前者是提升学术水平的首选方法。但是如果你成功地挑战现状，指出一个成功的学者工作中的重要缺陷，这也可以让你走向成功。

然而，这样的挑战必须巧妙地进行，像激光手术一样，切割必须是精确的、无血的、不会留下任何伤痕的。仅仅指出别人工作的缺陷是不够的：如果做得很粗暴，可能会显得笨拙，或者更糟糕的歇斯底里。批评必须用天鹅绒般的温柔，彬彬有礼地进行："我非常喜欢阅读某某教授的令人兴奋的论文，但是……"，接着扔下"锤子"（给予重击）。如果表现得当，这个批评会显得比被批评的内容本身更高明、更有洞察力，而之前众人给予演讲者的尊重也会转移给挑战者。"国王死了，吾王万岁！"

以1950年那场著名的语言学会议为例。发言人是牛津大学知名哲学家J.L.奥斯汀（J.L.Austin），他观察到了以下奇妙的现象：在大多数现代语言中，双重否定相当于肯定（"我不是不喜欢香蕉"是指"我喜欢香蕉"），但是没有一种语言有双重肯定相当于否定的情况。然后他雄辩地展开关于这个经验事实的各种语言意义。奥斯汀教授得意扬扬地以基于这个事实未来可研究的方向结束了他的演讲，并请观众提问。第一位要求发言的是一位同样杰出的哲学家，来自哥伦比亚大学的西德尼·摩根贝瑟（Sidney Morgenbesser）。摩根贝瑟只用两句话就彻底击败了奥斯汀的讲演："是，是。"

摩根贝瑟一举两得：既揭示出奥斯汀结论中致命的错误，又以如此

巧妙的即兴反驳证明了自己的聪明才智。[注]

而1986年，当我在准备我的NBER演讲时，我对这些一无所知。我和沃顿商学院助理教授克雷格·麦金利（Craig MacKinlay）刚刚合著了一篇研究论文，论文中我们开发了巴舍利耶随机游走假说的新统计检验的方法，即股市价格随着时间的波动是不可预测的。我们打算利用NBER会议向我们的同行展示我们作为正式金融经济学家的数学“肌肉”。50年来，金融学术界一直被数学模型和数学方法主导，而克雷格和我打算坚守这个悠久的传统。我们并不知道我们即将对整个金融学术界提出挑战。

除了像在第1章中提到的FFJR股票分割案例这类幸运的情形，我们不能在经济学中进行控制实验，检验经济学思想并不像传统科学那么直接。我们可以退而求其次地进行统计检验。我们假装接受一个特定的假设是真实的——科学家称之为零假设，然后问在给定假设下观测到实际发生的事情的概率有多大。如果答案是“不太可能”，那么我们通常会认为零假设是不可信的，我们应该拒绝它。但是，我们需要很多观察来做出决定。这就是统计检验中的“统计”。

大多数最新的科学结果在他们的检验方法中使用了一个新的技巧——如果没有这些假设，结果早已经被发现了，诸如此类——我们对随机游走假说的新检验也不例外。我们利用了关于随机游走的一个不为人知的数学事实：它们的波动范围与从开始到结束经过的时间成比例地增加。[注]直观地理解，想象一个倒霉的醉酒司机被拉到检查站。当他在巡警注视下沿着直线走时，平均来说，他在两分钟内走路的总体波动将是在一分钟内走路波动的两倍。更准确地说，如果计算随机游走10天的方差，其中“方差”是数学上精确的衡量波动性的方法，检验结果将为1天的方差的10倍。

这在金融学上意味着什么呢？自1952年哈里·马可维茨的投资组合

理论发表以来，大多数投资者将股票价格的变化与风险挂钩。换句话说，股票在市场上的无序波动越混乱，它的风险就越大。但股票价格的紊乱波动，却给长期投资者带来了一个清晰的结论。如果股票价格随机游走，方差的数学计算意味着投资风险将随着投资周期的延长而增加。[注]

我们对随机游走假设的实验正是为了检验这种关系：两个星期股票回报的方差是一个星期回报方差的两倍吗？我们将真实的数据运用于我们的检验中：从1962年9月6日到1985年12月26日的美国股市指数——超过20年的数据。

当我们查看研究结果时，我们简直不敢相信我们的发现。

我们的结果显示，两个星期回报的方差是一个星期回报方差的三倍，而不是随机游走假设所预测的方差的两倍。就好像那个倒霉的醉驾司机随着时间的推移变得越来越醉了。这并不是偶然事件。如果股市真的遵循随机游走理论，那么观察到这种关系的机会是多少呢？统计学开始发挥作用。根据我们的计算，如果随机游走成立的话，我们发现的结果所产生的概率大约是100万亿分之3。[注]这是不太可能的——大概要比你被闪电击中的概率低4000万倍（根据美国国家气象局的数据，约为775000分之1）。

我们得出的结论意味着我们有可能击败市场，但克雷格和我并没有因此而马上激动起来庆祝胜利。我们的第一个想法是：我们犯了编程错误吗？我们每个人都从头重写了我们的程序，两次。每次，我们都得到相同的结果。受截止日期所限，我们没有更多的时间来消化这些数字的含义，否则我们可能不会在NBER会议上提交这篇论文。于是，我们把论文草稿发给了我们的点评人，一位非常资深的、很受尊敬的金融经济学家，也是该研究领域的专家。

会议如期举行。克雷格和我决定由我来做演讲，而他在观众席上给

予精神支持。我首先给出了数学分析，并在最后几分钟报告了检验结果（见表2.1）。

表2.1 用1962年9月6日至1985年12月26日期间每星期等比权重或价值权重平均股指回报计算的随机游走方差比检验

时间段	基本观测值 nq	用以计算方差比的基本观察值 q			
		2	4	8	16
等比权重平均股指回报					
1962.9.6—1985.12.26	1 216	1.30 (7.51)*	1.64 (8.87)*	1.94 (8.48)*	2.05 (6.59)*
1962.9.6—1974.5.1	608	1.31 (5.38)*	1.62 (6.03)*	1.92 (5.76)*	2.09 (4.77)*
1974.5.2—1985.12.26	608	1.28 (5.32)*	1.65 (6.52)*	1.93 (6.13)*	1.91 (4.17)*
价值权重平均股指回报					
1962.9.6—1985.12.26	1 216	1.08 (2.33)*	1.16 (2.31)*	1.22 (2.07)*	1.22 (1.38)
1962.9.6—1974.5.1	608	1.15 (2.89)*	1.22 (2.28)*	1.27 (1.79)*	1.32 (1.46)
1974.5.2—1985.12.26	608	1.05 (0.92)	1.12 (1.28)	1.18 (1.24)	1.10 (0.46)

来源：Lo and MacKinlay (1988)

我在演讲完之后坐下来，接着资深点评人登上了讲台。他以一种传统的方式开始了他的演讲，“我真的很喜欢读罗和麦金利的那篇令人兴奋的论文，”接着他的锤子落了下来，“但是……”

这时，这位点评人说出了一般点评人几乎都会回避的话，因为这样说往往会大大提高演讲者和点评人的赌注。但由于非常自信，他断言“作者在他们的实证计算中肯定犯了一个编程错误，因为这个结果意

味着美国股市中存在巨大的盈利机会”。

侮辱会议发言人的方式很多，但指责他们的编程出现错误就等于辱骂他们的母亲。在会议上，除了说“不，我们没有”，没有别的办法反驳这个指责。在这一点上，辩论取决于原告与被告的信誉。我们是两位助理教授，初出茅庐，没有名声，所以这就像迈克·泰森（Mike Tyson）和他的按摩师之间的争吵。

这还没完。我们的点评人接着在伤口上撒盐，他挖掘出了我们的结果对于预测股票价格的含义——仿佛我们自己没有想到，或者更糟糕的是，我们无法想到。他的结论是：我们的结果是不可能的，这种可预测性是不可能存在的，否则别人早已发现它——这是有效市场假说学派中反复出现的主题。用通俗的话来讲，他说的是：“如果你如此聪明，为什么你不富有？”

我无话可说。在学术界我从未遇到过这样的事情。如果我更加放肆一点（或者已经有了终身教职），我应该像经济学家劳伦斯·萨默斯（Lawrence Summers）在其关于征收交易税的演讲结束后一个愤怒的投资银行家问他类似问题时一样进行答复。萨默斯当时没有一丝停顿，他回答说：“好吧，让我问你一个问题，如果你如此富有，为什么你不聪明？”

但当然我没有说这样的话。当我说完“不，我们没有犯任何编程错误”之后，我看着克雷格，看他是否还有什么要补充的。他气得满脸通红，嘴唇颤抖着重复道：我们的程序没有弄错。会议的其他参与者沉浸在刚刚发生的事情中，陷入一种令人非常不安的沉默中。

会议结束后，几位同行对这种无理的打击表示同情。那些熟悉我们的人说我们很可能是对的。几个星期后，我们收到一些参会者的认可，他们受会议中的争论启发，用我们使用过的数据组重复出了我们的结果。

如我们所料，我们的结果符合专业的审查规定。我们的论文最终发表在新推出的一个学术期刊上，并最终获得了一个奖项。(注)我们甚至在几个月后收到了点评人的一封信，他也承认了我们的研究结果的意义——这在我们这一行就算是你可能见到的最接近道歉的行为了。谁曾料想学术金融会如此令人兴奋！

---

1. Dabbs et al.(1990).
2. 这个故事——在几十年来可能被修饰和改变——已经成为城市传奇，并成为学术界的一个永久民间传说。像一个珍贵的传家宝一样，它被传授给一代又一代学者，作为上一任自负教授的道德体现，也是对摩根贝瑟的犀利智慧的热爱。参见Gumbel（2004）和Ryerson（2004），以纪念摩根贝瑟的机智。
3. 更准确地说，随机游走增量的方差在增量的时间间隔内是线性的。细节详见Lo and MacKinlay（1988）。
4. 当然，大多数投资的预期回报也随着投资期限的增加而增加，这足以吸引许多人成为长期投资者。我们现在专注讨论方差，而我们稍后将在第8章探索对冲基金的陌生世界时回到这个问题。
5. z值为7.51的概率值为2.9564×10^{-14}。这是基于纽交所、美国交易所、纳斯达克交易所所有股票样本平均加权指数的结果。当我们检验市值加权股票指数时，其中较大的股票成比例地占较大的权重——拒绝零假设不那么显著，但仍然令人信服：在这种情况下随机游走假说的可能性略小于1%。
6. 为了庆祝其百周年，牛津大学出版社出版了一个在其180个期刊上发表的100篇最有影响力的论文的合集，而拒绝随机游走的论文也被包括其中。

风险与不确定性以及埃尔斯伯格悖论

在我们的论文中，我和克雷格无意间触及了经济学三大假设之一：理性人假设，即理性人已成为人类的优势人种。同时，我和克雷格都排斥随机游走假设，然而，另一组学者正在从非常不同的方向否定市场理性：他们从来不认为人们是理性的。他们看到了太多的实验结果与理性人假设背道而驰，在这些实验中，许多聪明人做了非常糟糕的决定，他们从而认为理性人假设只是经济学上的美好愿望。

我们称这些异端为行为学家。他们中的有些人是心理学家，有些人甚至自称经济学家，但相对于经济学正统，他们都是非主流。他们的研究发现人类的决策都存在着一些新的、一致的非理性行为。这些行为不仅是不合理的，而且许多都给个人的经济福利带来负面的影响。

根据行为学家的理论，任何假设个人能做出理性选择的投资者模型都是错误的，尤其是有效市场假说。人群的智慧取决于个体投资者错误的相互抵消。但是，如果我们都表现出持续的不理性行为模式，有时错误不会抵消。就像如果你使用一个有缺陷的浴室体重秤，它的测量结果是偏重的。那么将你在这个秤上所测量出的多个结果取平均值也不会给你一个更精确的体重结果。在非理性投资者行为的情况下，这些错误可能在个体间积累，疯狂的暴民将取代群体智慧。这种疯狂可能是背离随机游走假说的一种表现，正如克雷格和我发现的那样。当然还有很多例子。

正统市场理性观点的第一个裂痕来自冷战的高风险世界。兰德公司是一个传奇的智库——有些人会说它臭名昭著——坐落在加利福尼亚州圣莫尼卡市。兰德成立于1948年，目的是保持科技研究与军事规划在二战期间的密切关系。[注]作为国家顶级的科技研究院，兰德吸引了各个领

域“最好、最聪明”的学者（显然附近的加利福尼亚海滩没有带来负面效果），并让他们来解决冷战期间最紧迫的问题。兰德反常规地在其科学家组合中囊括了经济学家：事实上，多年来有22位诺贝尔经济学奖得主一直在兰德工作。

其中一位在兰德工作的年轻有为的经济学家是个不寻常的人，名叫丹尼尔·埃尔斯伯格（Daniel Ellsberg）。埃尔斯伯格曾经是美国海军陆战队的一名指挥官，他从哈佛大学毕业后为海军陆战队服役，在任务结束后又返回了哈佛。指挥工作和冷战时期的紧张局势激发了埃尔斯伯格的学术兴趣。作为一个哈佛学者，埃尔斯伯格在波士顿公共图书馆发表了一系列著名的演讲，演讲内容是在冷战的不确定条件下如何进行政治决策。埃尔斯伯格的演讲被戏剧性地命名为“高压艺术”，并通过WGBH电台广播，这些巩固了他作为理论家和公共知识分子的声誉。㊟

埃尔斯伯格作为学者和士兵的双重身份对兰德来说是不可抗拒的。尽管他没有发表多少文章，他的博士学位还没有完成，埃尔斯伯格仍然在1959年被兰德雇用。他很快就被卷入了核战争战略细节的规划中。在这个温室环境里，埃尔斯伯格是一个娴熟的谈话者，他喜欢在研讨会讲闲话或嘲弄别人，但被埃尔斯伯格打击的同事们敦促他把他的研究结果学术化。埃尔斯伯格最终发表了一篇简短但才华横溢的论文《风险、模糊和萨维奇公理》（*Risk,Ambiguity,and the Savage Axioms*），这是他拖延了许久的哈佛博士论文的核心。㊟埃尔斯伯格通过一种非常简单的思想实验指出了理论经济学家们理解风险的一个重要缺陷，这个实验我每年都在MBA（工商管理硕士）管理金融课上展示，效果显著。

想象一下这样的游戏。在一个赌场的桌子上有一个精致的铜瓮，里面有50个红色和50个黑色的球。你被要求选择一种颜色。你的选择被记录下来，但任何人都不知道，之后，赌场服务员会从瓮中抽出一个球。如果你选择的颜色和这个球的颜色相同，你就赢了1万美元；如果不是，你什么也不得。

假设你只允许玩一次这个游戏，你会想要哪种颜色，你要支付的最高价格是多少？当我询问我的MBA学生时，起初他们通常显示出对红色的轻微偏爱（事实证明，红色比黑色在心理上更有吸引力，至少在美国如此），但很快一个学生指出这其实是没关系的，因为概率是五五开，这当然是正确的。为了看看这个假设的市场会发生什么，我要求学生们为这个游戏出价。很多学生出价略低于5000美元，也就是这个游戏的预期收益值（你要么得到1万美元，要么以相同的概率一无所获，所以平均值是5000美元）。

现在想象一下，我们玩同样的游戏，但是第二个瓮里装着100个不知道颜色比例的球。可能有100个黑球，没有红球，或者100个红球，没有黑球，或者在这两个极端比例之间。其余规则不变，只是不同颜色的球的数量未知。

当我要求我的MBA学生对这款游戏的第二版出价时，出价变少了，并且通常只有少数几个出价高于4500美元。当我问学生们，为什么他们中很少有人愿意出价，他们毫不犹豫地回答说，他们对这个游戏的定价机制不太满意，因为他们不知道概率是多少。学生们愿意承担风险，但在风险不确定的情况下，他们不愿意去玩。根据大多数字典显示，“风险”和“不确定性”是同义词——我们怎么会不确定风险呢？

当我问那些出价超过4500美元的勇敢的学生为什么选择这么高的出价时，他们通常会回答，在他们看来，这一场比赛的概率和上一场比赛的概率是一样的。但是，当我没有提供关于红黑球比例的信息时，这怎么可能呢？一个特别聪明的学生解释说，球的红黑比例实际上有101种可能性：100/0、99/1、98/2，一直到1/99、0/100。因为她没有理由认为这些选择中的任何一个比其他的更有可能发生，她给予它们相同的权重。当她计算出所有这些同等可能发生的预期偿付的平均值时，她得到了5000美元的期望值，与之前相同。

这时，我班上的其他几个同学都在剧烈地摇头，不同意这个意见。

当我问为什么时，一个持高度怀疑态度的学生认为这个逻辑没有假定任何信息。如果我想反驳这个学生，那么他是不是应该指望我故意选择红黑的分布来降低他正确的概率呢？例如，他指出，我知道一般人群中对红色有轻微的偏好。当然，我可以用这点来对付他。

我回答说，是的，我可以试着这样做，但是他不是也意识到这种偏好了？如果是这样，我怎么知道他的选择不会让我处于不利的地位呢？以及我知道他知道这种偏好的事实又会产生什么影响呢？现在，向他解释了这件事后，他知道我知道他知道我知道，诸如此类。当我们在心理上的镜子大厅中试图互相超越，直至筋疲力尽后，这个游戏的第二版与第一版的区别就变得不那么明显了。

事实上，两个版本的游戏赔率完全相同，都是50/50。在经过所有关于这个赔率为何真实的讨论后，我再一次问班上有多少人愿意为两个版本的游戏支付相同的金额。即使在所有的讨论之后，仍然只有少数学生举手。当我问那些不举手的人为什么不举手时，他们不好意思地承认他们仅仅因为这么做不自在。

这正是检验的意义，现在被称为埃尔斯伯格悖论，在埃尔斯伯格的开创性论文中曾被举例提到。思考和感觉是不一样的。你可以认为这两场游戏的赔率是均等的，但是你对它们的感觉是不一样的。人们在他们的日常活动中并不抗拒承担风险，但当这些风险有不确定性时，他们会立即变得更加谨慎和保守。对未知的恐惧是最强烈的恐惧之一，而我们的自然反应是尽可能远离它（正如我们在引言中看到的）。这可能在数学上是不正确的，但它是人类的天性。事实上，它是如此根深蒂固，以至我在以后的课堂上可以进行同样的实验，并充分预测我每年都能得到相同的答案。你可以自己试一试并观察会发生什么。这种行为偏差预示着我们将在第4章中探讨的情感和理性之间的惊人联系。

近一个世纪前，经济学家富兰克·奈特（Frank Knight）将风险与不确定性的区别引入了经济词典：他将“风险”称为可衡量或量化的随机事

件，并把不能衡量或量化的随机性称之为“不确定性”。[注]轮盘赌、黑杰克或彩票都是奈特氏风险的例子；在我们的太阳系之外寻找智慧生命，利用核聚变作为能源的新来源，或者在与俄罗斯的核战争中幸存下来，这些都是奈特氏不确定性的例子。（埃尔斯伯格在风险和不确定性之间的界定，可能导致他在越南战争期间把兰德具有高度机密的五角大楼文件泄露给了《纽约时报》。）

奈特出于现实需求重新定义了风险和不确定性：他想解释为什么一些企业家在他们的生意中赚了大钱，而另一些人却几乎没有赚到足够的钱来生存。奈特的回答很简单。对于具有奈特氏风险的行业来说，该行业可以量化的随机因素将被度量，而竞争的力量最终将把过剩的利润压低至零，因为这一特定业务已经商品化。然而，对于面临奈特氏不确定性的行业来说，例如，使用全新技术和未经验证的技术的行业，它们的业务不容易实现商品化，因为根据定义，它们的随机性无法量化。这些未知事物让我们大多数人从游戏中退出，但这也是成就亿万富翁们的机会。以马克·扎克伯格（Mark Zuckerberg）和Facebook（脸谱网）为例。社交媒体在前Facebook时代取得商业成功的概率是多少？在没有任何历史记录或数据的情况下，你如何估计这样的概率？人们的天性不允许我们不在乎不确定性。财富偏爱勇者，而市场价格反映了我们与生俱来地避免不确定性的倾向。

---

1. 事实上，RAND是“研究与发展”的缩写。
2. 埃尔斯伯格不寻常的一生记录在Wells（2001）。
3. Ellsberg (1961).萨维奇公理是著名统计学家伦纳德·吉米·萨维奇提出的量化和管理风险的数学框架，目前已广泛被接受——这个人向保罗·萨缪尔森推荐了巴舍利耶——并记录在其开创性的著作The Foundations of Statistics里面。
4. Knight (1921).

损失带来的痛苦多于胜利带来的喜悦

尽管风险和不确定性之间的区别乍一看似乎很微妙，但更微妙的偏见却深深影响着我们的心理。两位实验心理学家——丹尼尔·卡尼曼（Daniel Kahneman）和阿莫斯·特沃斯基（Amos Tversky）——都不太懂经济学，他们的职业生涯都在研究这些偏见，在这个过程中，他们从根本上改变了科学家对人类决策过程的看法。卡尼曼和特沃斯基是当代伟大的科学搭档。他们合作如此密切，以至于他们会用扔硬币的方法决定谁署名他们合著文章的第一作者——一个完全符合他们研究方向的方法：在不确定性下做出的决策。

卡尼曼和特沃斯基都曾为以色列国防部队效力，这一经历使他们倾向于国防领域的研究。作为一个年轻人，卡尼曼帮助设计了以色列作战部队的筛选程序；特沃斯基则是一位战斗英雄，他在1956年拯救了一名被钉在爆炸装置上的士兵，并因他的勇敢而被授予勋章。20世纪60年代末，在耶路撒冷的一个研究生研讨会上，这两个人决定搜集人们从数学角度判定犯错的例子，这些错误明显地偏离了“理性”的解决方案。很明显，当人们面对经济选择的不确定结果时，他们的行为中有特定的、系统性的偏见。卡尼曼和特沃斯基着手在实验环境中检验这些系统性的偏见。

从金融的角度来看，这些偏见中最重要的一个是“损失厌恶”。当我们做出涉及风险的选择时，我们大多数人对损失的重视大于收益。我们在风险环境下对损失厌恶的程度远超于简单的数学预测。我们对损失的厌恶是如此根深蒂固，以至于我们很难面对它。卡尼曼和特沃斯基将行为在实验环境下简化到最低，揭示出了这一结果。在下面的例子中，我对卡尼曼和特沃斯基在斯坦福大学进行的实验略加修改，在我自己的课堂上进行了实验。在我的版本中，奖品已经增加了几个数量级，而和我

一起工作的大多是更善于处理数据的MBA学生。注

假设你考虑两种投资机会，需要在阿尔法有限公司和布拉沃公司之间做出选择。投资阿尔法的确定收益是24万美元，而投资布拉沃则更像是一场赌博，以25%的概率获得100万美元，而75%的概率得到0。如果你必须在阿尔法和布拉沃之间做出选择，你会选择哪一个？从数学的角度上讲，布拉沃拥有25万美元的期望值（描述平均值的数学术语），高于投资阿尔法的回报，但这对你来说可能不是那么有意义，因为你将得到100万美元或一无所有，而不是期望值。

这里似乎没有正确或错误的答案。在这两种情况下，你都不会损失任何钱。这个选择很简单，只考察你个人对风险的承受力。

面对这样的选择，当然也会有人选择风险更高的布拉沃，但大多数人会更喜欢阿尔法，尽管布拉沃提供了一个很大的赚得更多的机会。这是一个典型的风险厌恶的例子——一鸟在手胜过两鸟在林。这种类型的厌恶自18世纪以来就已经被理解了，由伟大的瑞士数学家丹尼尔·伯努利（Daniel Bernoulli）第一次提出。标准的经济学解释是，我们不直接考虑钱的数量，而是考虑它对我们的效用。随着我们变得越来越富有，对我们来说，下一美元的效用就会稍微降低一点——但这已经足够使得投资布拉沃25%的概率获得100万美元的效用远低于投资阿尔法获得24万美元的效用。

现在，让我们把问题变化一下。考虑另外两个投资机会：查理公司和德尔塔公司。投资查理将损失75万美元，而投资德尔塔有25%的可能性不会损失，但有75%的可能性损失100万美元。对于这两种选择，期望值都是损失75万美元。你会选择哪一个？

在给出这两种选择时，大多数MBA学生都会做出这样的反应："不，谢谢，我们都不感兴趣。"但在现实世界中，我们会面临着两种糟糕的选择，不得不在两种不好的选择中挑选损失更小的那个，究竟

是哪个呢？对大多数人来说，答案是德尔塔。当被问及原因时，典型的回答是："因为我有机会毫发无损地离开，而投资查理我肯定会赔钱。"

这个选择是令人惊讶的，因为这种行为正与我们以前的预测相反。德尔塔与查理的预期损失完全一样，但也有更大的风险，可是大多数人喜欢风险较高的选择。他们成为风险追求者，而不是冒险者！为什么"一鸟在手胜过两鸟在林"？当涉及损失时，大多数人愿意承担更大的风险来避免损失，即使这些风险没有得到更高的预期回报。显然，手中的一只鸟的价值远远低于灌木丛中可能有许多鸟的价值，如果这种可能性也包括完全没有鸟的话。

为什么除了学术界之外，对损失的厌恶对任何人都是有意思的话题呢？这是因为在金融环境中这种行为会产生反作用。看看为什么，这里采取大多数人选择的阿尔法和德尔塔这两个组合。这两项加在一起等价于一个有25%概率获利24万美元，75%的概率损失76万美元的投资（阿尔法确定收益为24万美元，而德尔塔，25%的概率不会损失240000美元，而75%的概率亏损100万美元，在这种情况下，总收入为240000美元减去100万美元，净亏损为76万美元）。现在将它与最不受欢迎的组合布拉沃和查理进行比较。它有25%概率获利25万美元，75%的概率损失75万美元。布拉沃–查理组合与阿尔法–德尔塔组合有着相同胜负概率，但是当你赢的时候，你赢了25万美元，而不是24万美元；同样当你输了，你输了75万美元，而不是76万美元。

换句话说，布拉沃–查理在好的情况下比阿尔法–德尔塔多赚1万美元，在坏的情况下也少亏损1万美元。事实上，布拉沃–查理组合在数学上等价于阿尔法–德尔塔组合的情况再加上1万美元现金。现在，你还仍然想要选择阿尔法–德尔塔？如果是这样，请立即与我的出版商联系，以便我们可以帮助你满足你的投资需求。显然，理性的选择是布拉沃–查理。当在这些明显的数据下做决定时，每个人都会选择布拉沃–查理而非阿尔法–德尔塔，但也只有在这种特殊的设定下。

因为记录这些框架效应和许多其他偏离合理性的工作，卡尼曼于2002年被授予诺贝尔经济学奖，特沃斯基于1996年去世（未能获得诺贝尔奖）。这凸显了两位非经济学家的出色工作。

现在我应该告诉你，我的MBA学生讨厌这个例子。在我告诉他们有多么不合理之后，他们立刻举手反驳。最典型的反应是愤怒："这不公平，当你向我们介绍阿尔法和布拉沃时，你没有告诉我们关于查理和德尔塔的信息！"

我通常以两种方式做出回应。首先，生活是不公平的，你最好学会习惯。其次，这个例子并不像你想象的那么简单。在一个MBA学生最渴望加入、视为梦想的跨国组织中，伦敦办事处可能面临着阿尔法和布拉沃的问题，而香港的办事处可能面临着查理和德尔塔的问题。虽然在本地可能没有一个正确或错误的选择，而从公司的全球合并报表来看情形完全不同。从这个角度来讲，答案当然有正确、错误之分，而我们往往倾向于选择错误的那一个。

---

1. Kahneman and Tversky (1984).

无上限德州扑克、流氓交易员与监管者

专业赌徒很早就知道这些真相。扑克是一种技巧游戏，就像一场碰运气的游戏一样。但是严肃的扑克玩家会对他们的游戏行为设置严格的自我约束，包括他们的资金量、彩池的大小、他们在桌子上坐多久、在走之前他们能损失多少。他们行为的关键在于，他们在坐下来玩之前就设定好了这些规则，并且不管到时感觉如何，都会服从规则。所有这些规则都是为了抵消天生的、自然的、强烈的行为偏见，就像你在输钱时孤注一掷，而在赢钱时拿钱就走一样。

这种硬杠杠使德州扑克这种形式的游戏危险而又刺激。在无上限游戏中，玩家用手中的筹码任意下注。即使是专业人士，也可能会造成灾难性后果。全部跟进的诱惑是非常强大的。例如，在第四季的电视扑克现实秀《高额赌注扑克》中（该片段很容易在网上找到），身为亿万富翁的CEO（首席执行官）盖伊·莱丽伯特（Guy Laliberté）和专业赌徒戴维·本雅明（David Benyamine）在莱丽伯特选择全部跟进后创造了1227900美元的彩池。“我希望这个彩池不会代表我的一生。”本雅明紧张地说——但的确代表了。非常紧张的时刻过去后，意想不到的结果是：莱丽伯特慷慨地就奖池进行了协商，让本雅明摆脱困境，自己仅拿走了238900美元。假如能遇到这种情况是最好不过了。

华尔街交易员太了解人性的这个方面了。初级交易者学到的第一件事是“减少损失并取得你的收益”。换句话说，面对损失，应当减少风险偏好的倾向；面对收益，应当减少风险厌恶的倾向。听起来像简单的建议，但令人惊讶的是很难执行，特别是在面临严重损失的时候。

热罗姆·凯维埃尔（Jérôme Kerviel）给我们带来了法国著名投资银行法国兴业银行的一个初级股票衍生品交易员的悲剧故事。2008年1

月，凯维埃尔利用他对后台和会计系统的充分了解，隐藏了他在交易中损失的49亿欧元（当时约为72亿美元）。兴业银行声称，凯维埃尔开始隐瞒他的损失，开始时数量不大，但在2006年年底，也就是一年后这种欺诈被发现时，已经积累了超过700亿美元的未经授权的投资，这些必须被清算而且损失巨大。[注]

虽然兴业银行披露了这个年轻的交易员如何积累了这样一个巨大的头寸却没有被抓住的细节，凯维埃尔仍对这些说法提出异议。[注]但是这种病态的心理学并不难解释。最初的损失让一个无经验的交易员恐慌。他没有清仓承认损失，而是采取心理上较少痛苦的路线，增加投注，希望市场能够反转挽回损失。这是一个新手会犯的错误，被称为“加倍下注”，原因非常明显，这与“止损”相背而驰。但有时候，加倍下注可能会奏效，交易员因此躲过了无底洞而解脱。但如果发生这种情况，交易者就会学到了错误的教训：面对亏损，加倍下注。下一次当他亏损的时候——总有下一次——他再次加倍下注，直到这一次，这个策略失效，损失变得更大。该怎么办呢？到这时候承认损失已经不再是一个选择，因为他的加倍下注一定会让他被开除，甚至可能更糟。

这是他的卢比孔河[注]，无可挽回的关键点，一个糊涂、善良但受到惊吓的年轻交易员成为重犯。虽然他知道这是错误的，但隐瞒损失并加倍下注可以减轻痛苦，希望得到圣母玛利亚的保佑，在这种情况下，所有这些都可能得到宽恕。扭曲的恐慌逻辑会自我强化而且永无休止。小损失就像滚雪球一样可以迅速累积到数十亿美元的大灾难。凯维埃尔可能是亏损最大的流氓交易员，但他绝不是唯一的。在凯维埃尔之前，有柯伟库·阿杜伯利（Kweku Adoboli，瑞银，2011年亏损23亿美元）、波利斯·皮卡诺–纳奇（Boris Picano–Nacci，法国储蓄银行，2008年亏损7.51亿欧元）、陈久霖（中国航油，2005年亏损550万美元）、约翰·鲁斯纳克（John Rusnak，爱尔兰联合银行，2002年亏损6.91亿美元）、滨中泰男（Yasuo Hamanaka，住友银行，1996年亏损26亿美元）、尼克·利森（Nick Leeson，巴林银行，1995年损失8.27亿英镑），在他们之前

还有许多人亦是如此。

损失厌恶不仅适用于交易者和投资者，而且也适用于任何需要在确定损失和可能带来补偿的高风险替代品之间进行选择的人。同样的压力甚至适用于负责管理金融机构的人员。以银行监管者为例。

银行监管者首先发现了一家陷入困境的银行，比如一家将其存款投资于不良违约贷款的银行，他必须决定是要求银行筹集额外资金，还是等待，看看银行的资产是否会反弹。要求银行筹集资金对银行监管者的代价是较高的。银行的回应将永远是负面的，并且总是有可能导致银行客户丧失信心，从而遭到银行挤兑，而银行希望避免的是要筹集额外的资金。更糟糕的是，一旦结果表明监管行为并无真凭实据，这将导致人们对监管机构的能力丧失信心，并对监管机构部门产生政治上的敌对。

这个例子中有一个典型的损失厌恶案例所具备的所有要素：如果监管者采取行动，那么肯定会产生损失；如果等待，那么这是一个更有风险的选项，有可能峰回路转，等着银行的资产增值，从而不必采取代价高昂的监管措施。但这也是另一种形式的加倍下注，会带来类似的后果。

这样就存在监管容忍。监管机构心照不宣或积极配合，高估银行资产，不至于违反最低资本要求。一些经济学家认为监管容忍对最近的金融危机负有部分责任，[注]他们对于监管容忍的出现进行了详尽的解释，例如监管机构之间的全球竞争以及监管中的政治性特点。[注]然而，更普通的解释是损失厌恶：如果监管者计算出银行的资产已经下降，那么他肯定会有损失；如果他维持原来的较高估计，则是一个风险较高但心理上不痛苦的选择。虽然我们还要更好地了解在金融危机爆发前的几年中银行监管机构和其他金融监管机构的行为，[注]但是我们不应该排除这种可能性，那就是因为它们太有人性而未能做出更迅速的反应。

1. Clark (2008).

2. Société Générale (2008).

3. 卢比孔河，意大利北部河流。古罗马时期，罗马规定己方任何将领不得率军越过此河，否则视为叛变，后世引申为“破釜沉舟”。——译者注

4. Huizinga and Laevan (2010) and Brown and Dinç (2011).

5. Espinosa-Vega,Kahn,Matta,and Solé (2011).

6. 有关银行监管人员具体做什么的详细信息，请参阅Eisenbach et al.（2015）相关的记载。

概率匹配和“三月疯狂”

损失厌恶只是像特沃斯基和卡尼曼这样的心理学家发现的许多行为偏见之一。正如人眼很容易受到视觉假象的影响一样，人类的大脑也易受到风险和概率的假象影响。在存在风险的情况下，即使做简单的决定也可能不太容易。

一个我称之为“心理热线”的简单游戏也很好印证了这个事实。你坐在电脑屏幕前面，每60秒钟，屏幕上出现A或B两个字母之一。这个游戏是让你在字母出现之前按A或B键预测哪个字母会出现。如果你是正确的，你会得到1美元的收入，但如果你错了，你会损失1美元。将这个游戏重复多次，这样你的累积奖金和损失将上升或下降，这取决于你预测结果的准确度。这听起来不是一个特别引人入胜的游戏，但是任何曾经见过别人坐在老虎机的前面花费几个小时将硬币一枚接一枚地插入机器的人都知道俘虏玩家的兴趣是很容易的。把这些老虎机称作“单臂强盗”不是没有道理的（第3章中我们将更多地讨论老虎机的上瘾性）。

这个游戏最好的策略是什么？答案当然取决于生成字母的机制（以及你是否真的是疯子）。例如，如果每个回合都是一个五五开的硬币投掷，那么你按下哪个键并不重要——每个结果出现的概率是相同的。由于结果是不可预测的，所以你的决定不会影响你的累积收益，从长期看来它是平稳的。你不会比一条金鱼做得更好——假设金鱼也可以在防水键盘上按A或B。

现在假设我们改变了游戏的概率，A在屏幕上出现的概率为75%，B出现的概率为25%，但是每一轮都与下一轮无关，所以在图像顺序中没有任何整体的规律。在这种情况下你应该怎么玩游戏？

简单的数学告诉我们答案：假设你没有被告知任何可能性，一旦你

玩了几轮，看到A比B更频繁地出现，你应该总是按A来最大化你的累积收入。选择A获得正确匹配的可能性总是大于选择B。

这是正确的答案，但这并不是大多数人所做的。

实验心理学家自20世纪50年代以来就在人类中进行了这样的实验。[注]尽管最好的策略背后的数学是简单的，人们仍然倾向于在A和B之间切换，选择了一个从长期来讲与一直按A相比收益较少的策略。

更有趣的是，人们在大约75%的时间里按A，约25%的时间按B；换句话说，这个策略与A和B在游戏中出现的频率相匹配。为了看看这种模式有多强大，心理学家将A和B的概率从75%、25%改为60%、40%。果然，大多数人逐渐改变了他们的行为，以模仿计算机随机绘制的频率。这是多么奇怪啊！人们将自己的行为改变为另一种较小概率获胜的策略。但是关于这个行为的最奇怪的部分是它不是人类所独有的，灵长类动物、鸽子、鱼类、蜜蜂和蚂蚁身上都有这样的记录。[注]

心理学家为这个行为起了一个名字：概率匹配。不仅有压倒性的实验证据证实概率匹配，而且概率匹配在心理学实验室外的现实世界中也有着一系列的表现。

一个来自美国空军飞行员和机组人员的例子，他们在二战期间对德国进行了轰炸。[注]在每次任务之前，轰炸机组人员必须做出选择：他们应该穿降落伞还是防弹衣？降落伞在那个年代里非常笨重，而芳纶纤维发明前的防弹衣更麻烦，因为里面放有钢板。结果是，机组人员不能同时两个都穿，他们必须选择一个或另一个。如果这架轰炸机被德国的防空炮弹击落，那么需要降落伞，但防弹衣可以保护士兵们的身体，防止被能穿透机身外壳的爆裂性榴霰弹击中。

飞行员知道，飞机被击落的可能性远远小于被防空炮弹击中的概率。他们也知道每次轰炸任务与前一次的轰炸任务似乎是独立的，所以

根据以前任务发生的情况，不可能预测下一个任务的情况。所以理性的选择就是一直穿防弹衣。但这不是轰炸机组人员的选择。事实上，他们在降落伞和防弹衣之间切换，大致与飞机被击落和被防空炮弹击中的概率成比例，换句话说，他们概率上匹配。尽管军官们对这种行为感到沮丧，但他们无法改变士兵的选择，他们允许士兵在这些情况下做出自己的决定，因为这些冒着生命危险的任务是自愿的。

第二个相比而言是一个不那么致命的例子，最近登上了《纽约时报》。[注]每年，在“三月疯狂”期间，数百万球迷们疯狂地对美国全国大学生体育协会男子大学篮球锦标赛进行详细的预测。每一轮晋级最准确的预测赢得一个特定的奖池——数十亿美元每年都会在结果公布时易手。事实上，这个过程中发展出一个称为“晋级学”的非正式科学。

非职业的64支大学篮球队在美国全国大学生体育协会冠军赛中打了32场淘汰赛。在剩下的32支队伍中，再进行16场淘汰赛，如此以往，直到最终比赛结束，决出冠军得主（我们不算预选赛）。共划分为4个区域，每个区域有16个队伍，每个地区都有种子队伍，所以每个地区排名最低的队伍对阵排名最高的球队，排名第二低的球队对阵第二高的队伍，以此类推。球迷们填写的晋级表——在纸上或计算机屏幕上——以预测哪支队伍将进入下一轮，赢家和输家类似于一棵大树的树干和树枝。[注]

人们可能会期望，当队伍之间的不匹配程度越大时，排名越高的球队越有可能获胜，这在经验上是正确的，尽管会出现例外。因此，最大限度地提高正确预测数量的策略是简单地选择每轮比赛中更高排名的球队。晋级学对这个策略甚至有一个蔑视的称呼：白笔。

美国怀俄明大学的肖恩·麦克雷（Sean M.McCrea）和印第安纳大学的爱德华·伊尔特（Edward R.Hirt）这两位心理学家都决定研究个人实际预测的晋级表与根据排名预测的白笔战略相比有多大差别。[注]麦克雷

和伊尔特的数据太多了：美国电视网ESPN在2004年和2005年的比赛网站上搜集出了超过300万张参赛晋级表。两位心理学家发现，参与者预测胜利者的策略比白笔策略更差——在2004年为75.2%对87.5%，而2005年则为72.9%对75.9%——但他们似乎试图在预测中模拟出背离（白笔策略）的可能性。概率匹配的例子为“三月疯狂”提供了新的含义。

---

1. Grant,Hake,and Hornseth (1951).

2. See,for example,Deneubourg,Aron,Goss,and Pasteels (1987),Pasteels,Deneubourg,and Goss (1987),Kirman (1993),Hölldobler and Wilson (1990),Harder and Real (1987),Thuijsman,Peleg,Amitai,and Shmida (1995),Keasar,Rashkovich,Cohen,and Shmida (2002),Bitterman,Wodinsky,and Candland (1958),Behrend and Bitterman (1961),Graf,Bullock,and Bitterman (1964),Young (1981),and Woolverton and Rowlett (1998).

3. 我非常感谢史蒂夫·罗斯给我提供了这个令人着迷的概率匹配例子。罗斯把它归功于艾莫斯·特沃斯基，但是在我们询问细节之前特沃斯基就已经去世了。

4. Bakalar (2010).

5. 从数学上讲，季后赛是一个有64队、6轮、单淘汰赛的出线图，是一个倒置的二叉树。

6. McCrea and Hirt (2009).

作为预测机器的人类

到目前为止，你可能会和我第一次看到这些偏见时做出同样的反应：如果我们可以被“心理热线”那样愚弄，那么人类就是地球上最愚蠢的生物——和金鱼差不多，所以或者还有别的原因使得我们以这些看似不合理的方式行事。让我们的自尊稍感安慰的是，确实有这样的东西。概率匹配和损失厌恶并非随机出现的非理性行为，但它们太过系统化了。

请允许我提出一种合理的假设，这将在下一章中深入探讨：许多行为偏见是我们人类天生的提前预测和计划倾向的结果，但被应用于错误的环境。前瞻性的行为和未来的规划是我们拥有的最强大的能力，同时也是智人成为这个星球上优势物种的主要原因。但是，当这些能力在一种从未涉及的情境下使用时，它们可能会导致我们做一些愚蠢的事情。像在海滩上扭曲的那只大白鲨一样，我们的行为偏见实际上可能是在最相关的情境下做出最聪明的行为。

毫无疑问，人类对在无中生有中找到规律的欲望非常强烈。当环境中包含可预测的元素时，不难得出一些简单的经验法则。例如，在“心理热线”游戏中，假设每当错误的结果出现时我们改变预测，我们会改变在负面反馈发生时所做的任何选择来回应这种负反馈。如果字母发生变化，新字母表明新规则出现了，在“新制度”下，新字母出现在大概率的时间——比如A字符串与B字符串交替——那么这个经验法则可能比仅仅一直按A更好。我们可以看到避免负面反馈的愿望如何导致行为看起来更像概率匹配而不是理性行为，即使结果实际上完全不可预测，而概率匹配也并不是最优。

这些模式匹配的经验法则被称为直觉法，这是由经济学家赫伯特·

西蒙（Herbert Simon）提出的一个术语，我们将在本书的后半部分中再次看到。直觉法是思维的一条捷径，并不总是十分精确，但他们仍然能在大多数情况下完成他们的任务。直觉法是非常微妙的，即使人们在研究它们时也常常会使用它们。一个典型的例子是特沃斯基和卡尼曼第一个发现的小数法则。他们在20世纪70年代初发现了心理学家之间的这种行为。注心理学如经济学一样，依赖于统计检验来证明其结论。数学指出，统计样本中数据点越多，其结果越准确。但同时，我们的行为直觉会认为，少量数据可能就足够了。即使他们的同事完全熟悉统计抽样方法，卡尼曼和特沃斯基发现同事们一直错误地高估了小样本数据的统计学意义而不只是数字上的精确。科学家们说："逸事不是数据！"即使有经验的科学家知道这种偏见，他们也可能会屈服于此。

特沃斯基和卡尼曼将小数法则扩大到更广泛的代表性概念。注为什么人们会在随机模式中找到顺序？因为他们用代表性的直觉思维，将小样本代表整体。换句话说，他们被有限的数据误导，做出了不准确的预测。

让我们再次回到赌博世界。许多不幸运的赌徒，在轮盘赌轮上看到一连串错误的颜色，或者在掷色子桌上滚动错误的色子之后，都会坚持认为这些游戏是被设定好的。而代表性直觉法可以解释为什么发生这种情况。

想想另一个思想实验：一个顽固的赌徒正在赌硬币的正反面，也许在拉斯韦加斯的停车场——这是在正规赌场输了钱之后。他看到硬币连续4个正面朝上，他就认为这个硬币是被动了手脚的。毕竟，一个硬币应该是正面和反面朝上各占50%的概率。赌徒显然不知道代表性直觉法。事实上，一个正常的硬币将有超过6%的概率连续4次正面朝上，而且20次投掷中出现连续4次正面朝上的概率甚至超过50%。但是，由于代表性直觉法，人们习惯于投掷时均匀出现的正面和反面。他们预测一个正反面概率五五开的硬币应该交替地出现正面朝上和反面朝上。

人类的认知似乎并没有适应概率推理。就像愤怒的赌徒的例子一样，很多人会对概率方面的结论感到惊讶。知名的“生日问题”就是另一个例子。当你询问在一个聚会上需要多少人才能够使得其中有两个人的生日相同的概率为50%，答案经常是出人意料的。当你在尾注中找出答案之前，请先猜测一下——答案会比你想象的要少很多。[注]最常见的猜测是365/2或183——如果问题是“在一个聚会上需要多少人，才能使得有人和你的生日相同的概率超过50%”。[注]但这不是我们所关心的问题。这不是关于你个人的，而是在其中我们发现了最常见的行为偏见的来源之一：我们倾向于把事物个性化，在某些情况下，这是有道理的，但在其他方面则不合适。

这种代表性直觉法也解释了为什么人们相信持续胜利，从一个热门股市大师的推荐到篮球场上的“热手”。篮球迷和球员都相信热手现象——运动员在球落网过程中展现出一系列卓越表现的能力，而数学家可能会说这是运气。1985年，托马斯·吉洛维奇（Thomas Gilovich）、罗伯特·瓦隆（Robert Vallone）和阿莫斯·特沃斯基（这次没有丹尼尔·卡尼曼）开始研究热手是否真的存在。[注]研究人员首次接触费城76人队这支球队，球队所有人，包括球队的教练，他们都确信球员经常出现热手现象。

职业运动是发现大量详细记录行为数据的绝佳场所。在这种情况下，费城76人队的队员记录了1980—1981年赛季费城76人队主场比赛期间由球员进行的三分球尝试。对热手假说不利的是，没有迹象表明连续投篮中有热手或者类似的现象，而统计检验也没有发现任何“连胜”的迹象。事实上，费城76人队的队员们很可能会在一次成功的投篮后在下一次投篮时稍差一点。

为了保险起见，研究人员还分析了波士顿凯尔特人队在1980—1981年赛季和1981—1982年赛季的所有罚球情况。没有任何一个凯尔特人队的球员在第一轮和第二轮罚球的投篮情况之间显示出任何显著的关系。

最后，研究人员对康奈尔大学男子和女子篮球队的球员进行了实验，26次检验中只有一名选手显示出热手现象的统计信号。

为了在实验中增加一点经济的元素，康奈尔大学的球员被要求在下一次投篮的时候赌钱。他们可以赌“高”，这表示更大数量的金钱，这将表明他们对自己的预测有极大的信心，或者他们可以赌“低”，表明信心不那么足。尽管“把钱放在他们嘴里”，球员们和他们的队友的投注也没有能够准确预测他们的表现。

研究人员得出结论，篮球的热手现象只不过是认知错觉，却是球员和球迷都持有的强大信念。就像吉洛维奇、瓦隆和特沃斯基的结论一样，篮球运动员投篮命中的可能性与其之前的表现无关。

但是我们的故事有一个意想不到的插曲。具有统计头脑的篮球迷们经常想知道他们在场上看到的热手现象为什么很少在数据中显示出来。他们解释说，命中率不一定是完全独立的：如果一队中的球员出现了热手的迹象，另一队将适应这种变化，他们的防守会更严格，并让热手球员没多少机会出手。哈佛大学的三个学生——安德鲁·博克斯科奇（Andrew Bocskocsky）、约翰·埃西科维茨（John Ezekowitz）和卡罗琳·斯坦（Carolyn Stein）——构建了一个模型，分析了NBA（美国男子职业篮球联赛）的2012—2013年赛季的三维光学跟踪的83000次出手数据来测量每一次出手的难度——1980年以前还不存在这个技术。[注]考虑到这一点，他们发现NBA球员确实存在热手现象。然而，当他们出现热手现象的时候，投篮命中率增加的比例很小：只有1%。篮球迷正在使用小数法则来放大一些非常轻微的效果。

人类倾向于尝试预测一切都是一种祝福和诅咒的表现。这解释了为什么我们能够在从北极圈到月球表面的环境中生存，但这也意味着我们有时错误地将结果归因于一些随机或不可预测的事件。然后，当我们使用我们预备好的程序来应对这些不正确的情境时，我们看起来就像一个

笨蛋，用脚趾绊到自己的腿，以至于洒了咖啡还使得自己的手腕在桌角上撞成了骨折。

但是，仅仅了解自己是不够的。我们可能会知道我们在做什么，但是我们也需要了解怎么做和为什么这么做。

---

1. Tversky and Kahneman (1971).
2. Tversky and Kahneman (1974).
3. 答案是23个人。
4. 计算步骤详见http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=4542341（截至2016年8月15日仍然有效）。
5. Gilovich,Vallone,and Tversky (1985).
6. Bocskocsky,Ezekowitz,and Stein (2014).

需要一个理论来打败一个理论

虽然损失厌恶、概率匹配、小数法则和代表性在某些情况下显然是不合理的，但这并不足以涵盖人类心理学的所有理论。心理偏见在心理学上等同于视觉上的幻觉。人眼有时会将图片突出位置中的一个小物体解读为远远大于其真实尺寸的物体。人类大脑有时会以同样的方式，在不确定的情况下把一个小风险解读为一个远大于其真实数量的风险。视觉上的错觉不是人类视觉的完整理论，但是它对真实世界的影响很重要。例如，被称为“飞现象”的视觉错觉使我们能够看到一系列静止图像中的运动状态，这直接促进了电影和电视的发展。同样，这些行为偏见并不是经济行为的完整理论，但在现实世界中仍然具有重要的作用，它们提供了形成一个完整的经济行为理论框架的必要线索。

有效市场假说存在于一个理性经济人的世界中。但是，只有最虔诚的信徒才认同有效市场假说中所说的人类在经济上是理性的。大多数经济学家都知道，人类容易出现错误、判断力差、精神恍惚等现象。无论如何，有效市场假说的追随者会说人为的非理性对市场行为的影响很小，因为市场上更理性的买卖双方在利益的驱使下将很快消除这种非理性。

埃尔斯伯格、特沃斯基和卡尼曼等众多研究人员脱离了经济学的主流，表明经济中不理性的一面实际上并没有在现实世界中消失。这些异端行为学者提出，经济行为的巨大差异来自我们如何看待世界的微小而系统的误解，更重要的是，我们如何对这些误解采取行动。例如，我们看到损失厌恶是如何解释流氓交易员现象的，那种环境中一次损失数百亿美元，相当大程度地违背了市场的有效性。

显然，人类的决策并不像理性经济人假设的那样有条理。不幸的

是，这些孤立的结果不够形成理论。在经济学中有一句话，“需要一个理论来打败一个理论”，无论在实验中出现多么普遍或戏剧性的异常现象，都不能构成一个理论。即使特沃斯基和卡尼曼提出他们的前景理论作为预期效用的标准，称为传统经济学理论的严肃挑战者，经济学家还是认为它有点随意。[注]为什么人们对利益具有风险厌恶，但面对失败却冒险寻求？这个行为的根本原因是什么？

这不是对行为经济学或心理学的批评。这离批评还有很远。感谢卡尼曼和特沃斯基的理论，关于流氓交易和监管容忍的重要的“是什么”问题现在已经很好理解了，但是“如何”和“为什么”是更难和更重要的问题。例如，人类行为如何使我们陷入流氓交易，为什么一个人会成为流氓交易员，而另一个人成为成功的对冲基金经理呢？主流经济学家的回答是：“因为他们想”，或者说，更主要的是，“因为它最大化了它们的预期效用函数”，但这一回答并不令人特别满意。

---

1. Kahneman and Tversky (1979).

文化冲击

1986年，当克雷格和我经历了在NBER的首秀，我们在这次会议中遇到的质疑就很好地代表了当时的学术界的状态。因此，我们在接下来的10年中花了更多的时间尝试将我们的结果解释为一个反常现象，或者说是数据的巧合。作为低端的助理教授，我们没有兴趣赌上我们的整个职业。虽然在学术界成为一个令人头疼的顽童也会有一席之地，但作为一个职业发展的策略，这是相当危险的。毕竟，当他们变老了，令人头疼的顽童往往就只剩下令人头疼了。

然而，尽管我们付出了巨大的努力，我们还是无法充分解释背离随机游走假说的证据。首先，我们认为我们的结果可能是因为我们使用了每星期回报率，因为之前支持随机游走假说的研究使用的是日回报率。但是我们很快发现，使用日回报率的结果也背离了随机游走假说，而且同样有说服力。我们研究了市场数据本身可能带来的偏差，例如错误地假设所有收盘价在同一时间发生。（像对苹果这样的活跃股票交易会持续至收盘，美国东部标准时间下午4点，而有些股票的最后一次交易，例如迈斯特咖啡的，可能会在下午3点55分完成。）我们调查了离散价格的影响：在某些日子里，股票价格上涨了1/8美元（0.125美元），这可能会产生一些有趣的但虚假的价格模式。其次，我们使用了高性能数值模拟技术来检查我们的统计方法是否有误——那是一种类似于设计飞机机翼和核武器时使用的数字模拟技术。但这些异常都不能解释我们的实证研究。

最后，我们确定了为什么我们的统计检验拒绝了随机游走假说。事实上，股市数据确实存在着一个微妙的模式，这在以前的文献中没有被记录下来。本星期股票XYZ的价格波动对预测股票ABC下星期的价格波动具有显著的影响。而根据有效市场假说，这种模式绝对不会存在。

我们开始明白问题并不在于我们的实证分析，而是在于其他人基于我们的结果得到的结论——在这样的市场上有无限的机会，投资者是非理性的，等等。我和克雷格发现我们的研究并不是第一个拒绝随机游走假说的研究。然而，学术界在很大程度上忽视了先前的研究，所以我们没有发现这些研究，直到我们自己的论文出版。（它们从来没有包括在我们研究生课程的阅读列表中，而在那些日子里，我们也没有谷歌这种工具来发现它们。）㊟我们的同事像我们一样接受的培训是戴着传统的有效市场假说的有色眼镜来研究数据。我们所有人都居住在由优雅和实证成功的有效市场假说所创造的一团云雾中。然而，当我们从各个可能的角度看证据时，我们排除了其他解释，这片雾开始慢慢地离我们远去。

这雾是从哪里来的？传奇的交易员和壁球冠军维克多·尼德霍夫（Victor Niederhoffer）在其引人入胜又经常出言不逊的自传《投机教父尼德霍夫回忆录》（*The Education of a Speculator*）中，对其起源提供了一些启发。㊟维克多·尼德霍夫是20世纪60年代芝加哥大学商学院的博士毕业生，而那里也恰恰是随机游走假说首次应用于金融市场的地方。他写道：

这种理论以及其信徒的态度在一次事件找到了典型的表达，这是我个人观察到的并认为值得纪念的。一个由4名最受尊敬的研究生组成的团队与两位教授合作，那两位教授现在被认为足以赢得或获诺贝尔奖提名，但在那个时候还像冥王哈迪斯一样暴躁，还像一个第一次约会的青年一样不安。这个精英团体正在研究交易量对股价走势的可能影响，这是我研究过的一个方向。当我从商业主楼哈斯克尔楼三层图书馆出来走下楼梯的时候，我可以看到这个6人组在一个楼梯口聚集，讨论一些计算机给出的结果。他们的声音对我而言，与建筑物的石墙相呼应。其中一名学生在询问教授时指出了一些结果：“那么，如果我们真的发现了一些东西呢？我们会陷入困境。这结果和随机游走模型并不一致。”年轻的教授回答说：“别担心，不太可能出现的情况不会阻挡我们穿过那

座桥梁。”

我几乎不敢相信我的耳朵——这里有6位科学家公开地表示他们选择忽视无知。我无法控制我的舌头，嘟囔了一下：“我很高兴你们对你们的研究一直保持开放的态度。”经过他们之后，我几乎不能抑制地放声大笑。我听到了他们低声的咒骂。(注)

尼德霍夫总结道：“像往常一样，学者们总是在意形式。”关于随机游走假说，人们很难不同意这种想法。

事实上，尼德霍夫在他的分析中可能没有做出足够的推论。随着时间的推移，我十分不情愿地得出结论，几乎全宇宙对随机游走假说的支持和我们的实证研究结果之间的矛盾很大程度上取决于经济学家对于有效市场假说的近乎宗教般的虔诚。有效市场假说不仅成为许多经济学家的信仰，而且已经变成了教条的原则。经验不足导致我们在NBER会议期间所提出的理念与现代金融经济学的这个根本信念相矛盾——我们真是太单纯了。我们发现，有效市场假说统治了如今的经济领域，任何偏离这一范式的行为都被认为是错误的，会被毫不客气地驳回。

为什么我们的结果如此违反常理？正统的用来刻画人类行为的经济学方法一直假设人们表现得像一个理性经济人一样，他的行为所带来的后果可以进行加减，就像金钱一样。历史、文化和社会规范对理性经济人的决定没有任何影响，他们总是正确地通过他人的行为和当前以及未来的商业环境的情况进行决策。最重要的是，理性经济人在任何情况下都会做出最佳选择。几乎所有的现代金融经济学都假设了这一前提，特别是有效市场假说。

鉴于这些假设与我们的主观经验有如此大的差别，经济学能刻画人类行为是令人惊讶的。但是经济学的奇迹是，大多数时候，这些假设确实解释了大多数人的行为。事实上，他们捕获人类行为的能力足够强，以至于大多数经济学家本能地通过这些假设来获得解释。虽然很少有经

济学家真的相信每个个体实际上能够一直像理性经济人那样表现，但是所有的经济学家受到的训练是假设所有人是理性经济人。

只有那些来自正统金融学术圈之外的想法才能打破这种学术垄断。当然，并不是每个有这些新想法的局外人都会参与到这种学术辩论中来。相反，有些人选择利用“美国股市的巨大潜力”，正如我们在NBER会议上所讨论的那样。记住这个问题：“如果你很聪明，你为什么不富有？”在第8章中，我们将会遇到一个局外人，即一个没有经济学学士学位的计算机科学家，他通过发起一个具有高期望收益的对冲基金证明了随机游走假说毫无疑问是错误的。他在1986年提出了这个事实，那是我和克雷格在NBER会议上演讲的同一年。

这说明了随机游走假说的不成立。关于其原因，答案确实存在，但我们必须绕道神经科学和进化生物学领域来探索这头大象的另一部分。

---

1. See,for example,Alexander (1961),Osborne (1962),Larson (1960),Cootner (1962),Steiger (1964),Niederhoff er and Osborne (1966),事实上，Alexander（1961）和Schwartz and Whitcomb（1977）都使用方差比来检验随机游走假说，尽管他们没有采用我们在研究中推导出的那种严格的统计指标，但我们的错误是忽略了他们的贡献。我们唯一的借口是，我们的同事们都不知道这些研究，因为没有人在我们的论文发表之前提到这些论文。
2. Niederhoffer (1997).
3. Ibid.,270.

第3章 如果你那么富有，为什么却不聪明呢

盖头之下

如同萨斯科奇人、尼斯湖水怪和外星人绑架一样，理性经济人也是一个神话。人类在市场上表现出了太多的非理性行为，而且互为支撑。但行为经济学家却仍然被有效市场假说的追随者所压制。这是为什么？因为行为经济学家还没有拿出一个令人信服的替代方案。要记得，一个理论需要另一个理论才能打败。即使是杰出的约翰·梅纳德·凯恩斯——医学心理学和精神病学也是他众多兴趣中的一部分——也只能在1936年引用“动物精神”来解释人性：“一种自发冲动，在这种冲动下人们用行动代替无作为，这并不是量化后的利益与量化后的概率乘积的加权平均结果。”注

动物精神是一个令人回味的隐喻，但作为一个解释，这是不科学的，也几乎不能与理性经济人的理论竞争。注凯恩斯在某种程度上是正确的，然而，我们不得不向内反思，朝着人类心理学的方向，去真正了解经济行为。从经济学家的角度出发，问题是心理学家有太多的行为理论。由于心理学的根源在于经验观察和临床实践，心理学家从未觉得有必要把他们所有的理论整合成一个统一且互相一致的框架。而另一方面，经济学还沉湎在单一的、自洽的、数学严密的框架内解释广泛相互作用的能力。

我们需要一个新框架来击败迷人的理性经济人理论。要构建这个框架，我们将掀开人类行为表面的盖头。作为人类，我们的主观经验告诉我们，我们并不总是理性地行动，甚至不总是为了自己的利益而行动。我们都做出过令我们追悔莫及的决策，有时是因强烈的情绪或压力的影响，有时甚至绞尽脑汁也并不能查明理由。换句话说，我们都做过愚蠢的事情。然而，审视我们的主观自我只能把我们带到这里为止。作为一个物种，我们似乎特别擅长在事成之后使我们行为的原因理性化。事实

上，我们可能应该把人类叫作“趋于理性的动物”，而不是“理性动物”。为了建立一个新理论，使其能够为解释者进行辩解，我们必须研究人类行为本身的驱动——生理上极为复杂的部分——大脑。

典型的人脑重量不足3磅[注]，由大约860亿个高度相关的神经细胞组成，这些细胞被称为“神经元”；与之相关的还有一些尚未知但数量很多的细胞类型。大脑常常被误认为是一个单一的器官，而事实上，早在1909年，德国解剖学家考必尼安·布罗德曼（Korbinian Brodmann）根据每个区域的细胞类型发布了包含52个独特区域的人脑图（见彩图3.1）。到目前为止，这些领域大多已经与具体功能，例如视力（区域17–19）、听力（区域41和42）以及触觉（区域1、2和3）联系起来。现在，我们不关心大脑具体的神经解剖学结构，而将着重关注大脑的三个基本功能，这些功能与金融决策特别相关：恐惧、痛苦和快乐。

---

1. Keynes (1936,161).
2. 凯恩斯本人这一用词取自苏格兰启蒙哲学家大卫·休谟（David Hume）的著作《人类理解研究》（Enquiry Concerning Human Understanding）。
3. ：1磅≈0.45千克。——编者注

神经科学的显微镜

在X射线机和CT扫描仪等医疗设备出现之前，神经科学家通过直接观察神经系统疾病患者（如脑肿瘤或病变的患者）的脑功能障碍，来间接地研究脑功能。假设在大脑的第3区长了肿瘤的患者出现了手臂发麻的症状，如果其他患有类似肿瘤的患者也出现了同样的症状，那么触觉可能与这个大脑区域有关。熟练的神经学家将客观生理测试与患者的主观记录（和尸体解剖结果）相结合，以确定大脑各部分的功能。

关于脑功能的另一个重要信息来源是对动物进行的所谓"切除"实验。在这些实验中，鼠、猴子和其他动物的大脑的特定区域被手术破坏，从而观察对动物行为有什么影响。这些实验并不是为了虐待动物。研究人员希望从动物被破坏的大脑区域产生的结果可以揭示人类大脑是如何组织的。但因动物权利保护者们的强烈反对，这些类型的研究已经变得非常有争议且不常见了。

然而，在过去20年中，由于新的无创医学成像技术，神经科学研究迅速发展。如今，科学家可以在人类正在进行简单的任务，如阅读、心理算术或注视电脑显示器时，远程地对他们的大脑进行窥视。这些神经成像技术中最受欢迎的被称为"fMRI"（功能性磁共振成像）。如果你曾接受过MRI（核磁共振成像），你可能熟悉其基本过程。你会被要求躺在一个狭窄的桌子上，滑入一个被大磁铁包围的金属管中。MRI机器相当狭窄，因此通常将镜子以一定角度安装在测试者脸部上方的金属管内，允许测试者看到MRI机器外部的计算机屏幕，实验人员可以在其上展示各种图片。

金属管内会产生强磁场，导致血液中的含铁血红蛋白分子产生自己的磁场，MRI机器可以检测到这些磁场。（血红蛋白是血液中运输氧气

的特殊蛋白质。）事实证明，无氧的血红蛋白分子比含氧的血红蛋白分子对磁场的反应更强烈。神经科学家在一段时间内拍摄了许多MRI图像，可以实时检测到大脑中血液氧合水平的变化，这被称为功能性MRI或fMRI扫描。

神经科学家推论，在大脑的某个活跃区域，神经元将需要比平均值更多的氧气，引起含氧血的快速流动。但当氧气被耗尽时，脑活动会逐渐消耗氧合血红蛋白。因此，现在该区域的脱氧血红蛋白水平相对于之前会增加，在fMRI扫描中产生强烈影像反差。另一方面，大脑的未激活区域在活动中的反差要少得多。在fMRI扫描中“亮起”的大脑区域表明当主体正在阅读、听音乐或从事心理算术时，大脑的这些区域会变得更加活跃。

当然，fMRI方法有其局限性。与人脑复杂的微观结构相比，其空间分辨率相对较小。fMRI扫描可以分辨一粒沙粒的大小，但是这仍然太粗糙，甚至无法检测一小组神经元的活动。它的实时分辨率更加糟糕，要几秒钟的时间才能形成一个图像。[注]fMRI实验有点像通过低带宽接收电视节目信号，只能看到断断续续的视频图像：你希望看懂基本情节，但实际上你会错过很大一部分对话。

此外，即使在最有利的条件下，fMRI只能向研究人员提供大脑活动数据。这就像你得到的信息只是电力公司的电表读数，却要研究纽约市的每个街道是如何运行的。只有一个真正熟练的研究人员才能从这些数据中发现金融区或百老汇的情况，而像感恩节游行这样的事件对研究人员来说将是不可见的。[注]

毫无疑问，fMRI是革命性的，它允许研究人员看到以前无法看到的大脑的“黑匣子”的内部。伴随计算机轴向断层成像扫描（CAT）、正电子发射断层扫描（PET）和脑磁图（MEG）等其他方法，fMRI已经在过去20年中改变了神经科学和心理学。毫不夸张地说，这些新工具对

神经科学的贡献就如同显微镜对生物学的贡献，粒子加速器对物理学的贡献：它们开辟了全新的研究世界。我们一直只是勉强触及神经科学潜在发现的皮毛，但是多亏了fMRI，我们已经开始了漫长的旅程。

---

1. 相比之下，老式的脑电图仪可以以毫秒为单位记录人脑表面的脑电活动的变化，快了1000倍。
2. 这样类比不是很公平，因为在fMRI研究中我们可以控制主体的活动。试想，如果我们可以让除了金融人士以外的全城人员都放假，也许就能清晰地看到下曼哈顿地区的能源消耗，一个颇为精确的地理–能耗分布关系就一目了然了。

恐惧

1937年，在凯恩斯把“动物精神”引入英语词典一年后，两名科学家进行了神经科学史上最具影响力的“切除”实验中的一个。德国移民心理学家海因里希·克吕弗（Heinrich Klüver）和美国神经外科医师保罗·布西（Paul Bucy）试图通过测试哪些领域参与由麦司卡林[注]——佩奥特仙人掌中的活性化合物——引起的视觉幻觉，来了解大脑处理视觉信息的方式。在一组实验中，布西去除了猕猴侧脑皮质的颞叶。在人类中，大脑的这一部分位置略高，位于耳后。

克吕弗和布西发现了一些令人吃惊的事情。手术后，猴子视力没有受到损害，但它们识别物体的能力却受到了损害。他们在报告中说：“这种饥饿的动物在面对各种各样的物体时，会不加选择地拿起一把梳子、一个电木手柄、一粒向日葵种子、一颗螺丝、一根棍子、一块苹果、一条活的蛇、一块香蕉和一只活的老鼠。每个物体都会被送到口中，如果不可食用，就被丢弃。”猴子还失去了恐惧感，在人和蛇的存在下表现得非常平静。克吕弗和布西称这种行为为“精神失明”。[注]猴子显然没有丧失视力，但是物体不再像之前那样能够传达情感上和身体上的关联。

克吕弗和布西发现了一个值得注意的结果：大脑的一个特定区域专门负责对识别物体的情绪反应。我们倾向于将图像识别视为一种无情的、纯粹的理性行为。计算机的图像识别技术正一天天变得越来越普遍，但如果我们发现用于扫描车速监视区中拍摄车牌号码照片的软件对其所识别数字产生感性的回应，（不夸张地说）我们将会感到非常不安，但这正是大脑中所发生的事情。

为什么这些猴子会经历“精神失明”？原因是在实验中，克吕弗和布

西已经将它们的大脑中对联系记忆与恐惧至关重要的部分——杏仁核删除了。

杏仁核是位于大脑深处的小而独特的生理结构。在人类中，它大致位于从眼睛进入的直线与从耳朵进入的直线相交的地方。像大多数脑结构一样，杏仁核是成对的。早期解剖学家认为它的形状类似于杏仁，故因此得名，希腊词的拉丁文形式为“杏仁”。追随克吕弗和布西脚步的科学家质疑杏仁核参与了大脑形成恐惧反应的过程。然而，直到20世纪70年代末，才有第一个神经生理学研究使用“恐惧条件反射实验”技术来检查杏仁核和恐惧是如何相关的。

什么是恐惧条件反射？为了回答这个问题，我们必须从条件反射开始讲起。许多人知道巴甫洛夫和他的狗的故事：这个俄罗斯科学家在喂养他的狗的时候会摇响铃铛，然后这些狗面对铃声变得条件化了——当巴甫洛夫响铃的时候，它们也会流口水。这是一个涉及刺激和反应的经典心理实验。巴甫洛夫的狗从无条件的刺激（狗食）和无条件的反射（狗流口水）开始。随着时间的推移，巴甫洛夫的狗将条件刺激（铃铛）与无条件的刺激相关联，产生了条件反射（狗流口水是以铃铛响起为条件的）。

与经典的巴甫洛夫式条件反射实验相反，恐惧条件反射实验包括用诸如电击等负面刺激来替代无条件的刺激，如狗食。条件性恐惧反射的形成比其他形式的形成要快得多。它可以随一个单一的事件产生，并且与其他形式相比，它几乎是永久性的。在整个动物界，已经发现了同类形式的恐惧条件反射，不仅仅是在鼠和猴子等哺乳动物中。你必定经历过一些形式的恐惧条件反射——一次意想不到的恐惧，造成对这种恐惧有关条件的永久厌恶。我自己曾经历过一种情况。作为一个过敏患者，在美丽的春季和夏季，我变得有点儿担心，因为我害怕与它们相关的后果：眼睛又湿又痒、鼻塞、流鼻涕和窦性头痛。不像我的大多数朋友，我实际上喜欢阴雨天气却不明白原因，直到我知道了恐惧条件反射。

恐惧条件反射实验使得科学家可以确定大脑将信息转化为恐惧的机制。1979年，佛蒙特大学的布鲁斯·卡普（Bruce Kapp）及其团队首先发表了证据，表明在杏仁核中心的病变破坏了兔子的恐惧条件反射。[注]受到这项研究的启发，约瑟夫·勒杜（Joseph LeDoux）（当时在纽约市的康奈尔大学医学院）准备跟踪大脑如何处理条件性恐惧刺激。勒杜在他的《情绪化的大脑》（*The Emotional Brain*）一书中，叙述了他发现这个通道的过程，或者如他所说：恐惧的路线图。[注]

勒杜的手术对老鼠的大脑造成了创伤，使得其条件性害怕特定的声音。神经学家已经绘制了听觉处理的通道，所以大脑的听觉通道是神经学家们熟悉的领域。我们将在第4章中讨论，破坏皮质中更高的听觉功能——大脑的“外皮”，对恐惧条件反射没有影响。这给勒杜带来了一个难题：如果不是沿着标准的听觉通道，恐惧的通道会通向哪里？

为了找到答案，勒杜在听觉通道——听觉丘脑中注入了一个特殊的化学示踪剂。那里的神经元吸收了橙色的示踪剂，将化学物质从轴突的细长连接处送到通道的下一段。勒杜将大脑切分并且染色，以确定示踪器的最终位置。“明亮的橙色颗粒在深蓝色背景中形成了流束和斑点，这就像是在窥视体内空间的陌生世界。”他后来写道。勒杜发现有4个区域含有示踪剂，其中3个区域在受损后对于恐惧条件反射的反应没有改变，第4个区域是杏仁核。事实证明，杏仁核正是恐惧路线图上的最终目的地，这条特别的道路完全回避了大脑信息流动的正常路径。

勒杜的发现和数百名科学家的后续研究揭示了一些非常重要的事情。恐惧可以比作大脑的硬接线警报，启动自动喷水灭火系统，呼叫消防队，恐惧有时甚至比我们的认知或意识要更快。杏仁核与脑干——我们身体中所有肌肉的中央交换机之间有直接的联结。内分泌系统在我们的恐惧反应中被触发，它将肾上腺素和皮质醇释放到血液中，导致心率和血压升高，并提高警觉性。这个从恐惧到躯体运动的神经捷径（有时候）让我们在意识到有人试图打我们之前躲避对方的打击。这个相同的

神经捷径驱使罗伯特·汤普森，那个航空公司飞行员，在明白原因之前离开那个致命的便利店。这些自然的自觉行为对生存非常有用，特别是在面临身体上的威胁时。当颈部后面的毛发竖立时，这是恐惧本能在起作用，你应该注意到这一点。

但是当离开了合适的情境时，恐惧电路有时会适得其反。在某些情况下，这可能是致命的。如果没有进行专门的商业飞行员训练的话，救起罗伯特·汤普森的同一自然本能很可能在驾驶一架飞机的情境下杀死他。

驾驶飞机不是自然现象；飞行员需要数百个小时的训练才能克服自然的人类本能。例如，无经验的飞行员非常常见的一个错误是有往回拉操纵杆的倾向，以防止飞机在失速期间发生坠毁。往回拉操纵杆会使飞机向上，所以当飞机开始下降时，我们的直觉是控制飞机向上离开地面，这并不奇怪。不幸的是，在这种情况下，我们的本能是完全错误的。使飞机向上降低了其飞行速度，导致飞机失速，这会要了飞行员的命。与直觉相反但正确的行为是推动操纵杆向前，使飞机朝地面行驶——降低了高度，但会增加飞行速度，减小“攻角”，从而增加机翼的升力，使飞机在失速中恢复，再次回到原来的高度。[注]当然，飞行员必须确保下降的角度和速度没有急剧变化，否则，他会在得到足够升力避免下冲之前坠地。这种平衡举措是在几秒钟内完成的，这就是为什么在实习生成为飞行员之前需要多个小时的培训。在现代的非自然环境中，我们有时候需要克服自然的恐惧反应。

我们称之为“恐惧的逻辑”。大脑中恐惧反应的通道回避了较高级的脑功能，包括那些通常与理性相关的功能。这个通道通向一个特殊的处理刺激的情感反应的中心。一些在意识和理性思维之外的原因让我们感到恐惧，而我们别无选择。我们在生理上天生如此。我们行动、思考、得出结论并做出决定时会受到在后台运行的情绪化大脑的影响。

恐惧和对风险的认识是并存的，当这个联系破裂时，它的重要性就会变得很明显。有一个罕见病叫作类脂蛋白沉积症，是由单个基因的突变引起的。那些患有此病的人往往会有异常粗糙的皮肤，包括眼睑上的串珠结节；它对喉咙的影响是声音变得越来越沙哑；有时候钙会在大脑的某些特定部位沉积，其化学原理与硬水渍相似。由于不明确的原因，在类脂蛋白沉积症患者中，这些钙沉积物通常出现在扁桃体中，使其患病。

患类脂蛋白沉积症的一名女性——其在神经学文献被称为SM——在童年晚期或者青春期失去了大脑两侧的杏仁核的功能。除了缺乏恐惧感之外，SM是一个具有正常智商和情绪反应的女人。然而，她记得的唯一的恐惧事件是在她10岁之前发生的。按照她自己的说法，唯一一次她曾经“极度害怕”的时候，她还是一个孩子，朋友的宠物杜宾犬的咆哮声把她吓得躲到了角落里。她现在无法识别出表示恐惧的面部表情，[注]也无法产生条件性恐惧。为了测试这一点，主试者出乎意料地让一个100分贝的船用喇叭发出声音，试图引发她的恐惧反应。[注]蜘蛛、蛇、鬼屋、恐怖和悬疑电影，这些东西都完全没有让她感到恐惧。[注]

SM缺乏“恐惧天赋”导致她成为许多罪案的受害者，恰恰和罗伯特·汤普森的经历相反。在一个特别令人痛心的例子中，SM晚上独自走在一个空荡荡的公园里，一个独身男子向她打手势，让她朝他坐着的长椅走过去。他把她拽倒，持刀抵着她的咽喉，大声喊：“我要砍死你！”她却回答：“如果你要杀了我，你必须先问问上帝的天使们。”男子放了她，SM继续单独走回家，仍然完全感受不到害怕。没有杏仁核和恐惧感，人类就不能理性地判断风险。没有恐惧感是非常不理性的。

回到金融领域，很明显的是，恐惧可以在其中发挥作用，无论是在人的投资决策和风险管理中，或是在国家经济政策和法规方面，还是在对危机的应对中——如果我们适当地将它与其他因素平衡考虑一下的话。“理性”的亏损恐惧将导致投资者积极并按照预期的回报比例管理风

险。然而，肆意的恐惧却会导致投资者以甩卖的价格快速出售所有风险资本，并将其转换成政府债券和现金，这可能不符合其长期目标。恐惧的形成也可能使投资者做出完全错误的金融决策：一朝被蛇咬，十年怕井绳。我们已经看到了对于大幅亏损的极端恐惧——几乎是确切存在的——可能激励流氓交易员抱着扳回亏损的渺茫希望双倍下注。

从大方向来看，如果我们让本能的恐惧推动我们对金融危机的反应，我们可能会后悔杏仁核产生的反应。这不仅适用于投资者，也适用于监管机构和政策制定者，其在恐惧下所做出的反应对金融体系的影响比市场上的任何个人都要大得多。

心理学家保罗·斯洛维奇（Paul Slovic）——丹尼尔·卡尼曼和阿莫斯·特沃斯基的同事——深入研究了人们在经历强烈情绪时如何感知风险。斯洛维奇发现了一种持续的情绪偏见，使我们歪曲了对风险的反应。[注]如果一种政策的潜在风险和利益以一种激发消极情绪反应的方式设计，人们就会高估风险并低估利益，而如果以积极的方式设计政策，人们则会高估利益并低估风险。个人的恐惧感使得我们从内心夸大影响我们的风险程度。例如，我们认为我们在事故中死亡的风险是死于中风的25倍，但事实上，我们在事故中死亡的可能性只是中风的2倍。[注]因此，我们总是过度关心紧急情况下的医疗，而忽视了减少中风风险的预防措施，如健康饮食、定期锻炼。

斯洛维奇发现，即使是专家决策者也不能免除对这种偏见的干扰，他称之为情感直觉法。美国环球航空公司航班800空难就是一个悲惨的例子。1996年7月17日，航班800在纽约肯尼迪国际机场起飞后几分钟就在长岛沿岸爆炸。经过4年的努力，从大西洋中回收并修复了飞机95%的残骸，美国国家运输安全委员会得出结论，爆炸是由于燃料–空气混合物在中央燃料箱中点燃产生的，这可能是受到腐蚀的电子燃料指示器的火花引发的。因此，美国国家运输安全委员会提出了一项规定，即燃油箱要配有一个装置，在燃料消耗时向燃油箱充入惰性氮气，从而降低

发生爆炸的风险。(注)

然而，美国联邦调查局对航班800爆炸事件进行的刑事调查则侧重于这样一个消极的假设：飞机是被恐怖分子的炸弹或者导弹击落的。即使美国联邦调查局的调查最终确认，恐怖袭击并不是爆炸的原因，但公众和政策制定者放大了他们心中的恐惧感。

在航班800失踪8天后，克林顿总统成立了白宫航空安全和安保委员会，“安保”反映了政府担心这次爆炸是一种蓄意的行为，而不是一场悲剧性的事故。在一个多月的时间里，该委员会列举了一个富有野心的政策建议清单，大部分涉及航空安全的改善，包括改进爆炸物检测技术，建立炸弹嗅探狗队伍，以及进一步培训执法人员检测爆炸物的能力。克林顿总统签署了立法和筹集了资金以便在爆炸两个半月后便实施这些建议。(注)但这些建议与航班800无关，也没能阻止“9·11恐怖袭击事件”的发生。

这种天生的人类行为让我们在陷入困境时放大风险，而又在玫瑰色的快乐时光中过度乐观，这是否应该对我们的一些政治危机和金融危机负责？我们将在第9章和第10章回到这个有趣的猜想。

---

1. 麦司卡林，其通用名称为三甲氧苯乙胺，吸食后导致精神恍惚，可发展为迁延性精神病，还会出现攻击性及自杀、自残等行为。——译者注

2. Klüver and Bucy (1937).克吕弗–布西综合征是后来才在人类中发现的，因为它比较罕见。

3. Kapp et al.(1979).

4. LeDoux (1996).

5. 行业内标准教科书之一——杰普森·桑德森（Jepsen Sanderson）所著的Guided Flight Discovery:Private Pilot（2007，3–38）列出了从停滞中恢复的三个关键步骤，第一步是：“缩小俯冲角度，你会发现不同的飞机类型对控制轮正向压力的需求是不同的。前进幅度太小可能不足以让飞机恢复动力，太大有可能使机翼过度荷载，也不利于其恢复”。

6. Adolphs et al.(1994).

7. Bechara et al.(1995).
8. Feinstein et al.(2011).
9. Slovic (1999).
10. Lichtenstein et al.(1978).
11. National Transportation Safety Board (2000).
12. Hahn (1997).

痛苦

在21世纪的环境中，由杏仁核确定的许多“威胁”实际上并不危及生命，即使我们也做出相对应的生理反应。我们有时候还能感觉到肾上腺素引起的或战或逃反应时产生的剧烈心跳，即使在当时我们并不需要战斗或逃跑。我们的主观精神状态压倒了物质现实。基于神经学常见而又明智的建议就是，在情绪波动时不要做出重要的决定。

大脑不仅仅会对负面环境做出恐惧的反应，也会产生痛苦的反应。看似无害的东西——如被社会群体排除在外——所激活大脑中的区域与身体痛苦时所激活的区域相同。加州大学洛杉矶分校社会认知神经科学实验室的娜奥米·艾森伯格（Naomi Eisenberger）和马修·利伯曼（Matthew D.Lieberman），以及现在普渡大学社会心理学家基普·威廉斯（Kip Williams）刻意在一组测试者中诱发了社会排斥感，然后使用fMRI技术识别了在刺激过程中最活跃的大脑区域。[注]

在实验室环境中如何刻意诱发社会排斥感？这个实验的测试者——加州大学洛杉矶分校的学生——被安置在MRI机器中，并且被告知他们正与另两名同在MRI机器中的玩家玩一种被称为网络橄榄球的街机游戏，以此监测他们玩游戏时的神经活动。这其实是一个谎言。事实上，网络橄榄球是威廉斯设计的心理测试，用于测量被排斥的人的反应。其他两个玩家实际上是计算机模拟器，也就是被程序设计出来的虚拟玩家，他们会排斥第三个人，使其不能完全融入游戏。

艾森伯格、利伯曼和威廉斯发现大脑的两个组成部分——背侧前扣带皮质和脑岛——被社会排斥激活了。而且已经知道大脑的这两个区域是用来处理身体痛苦的，会在更大程度的排斥或社会痛苦作用下更加活跃。艾森伯格和利伯曼实验室的后续研究表明，丧失所爱之人的痛苦，

特别是女性的亲密亲属死于乳腺癌时产生的痛苦会引起大脑相同的部分活跃起来。[注]

即使是社会上不体面的情绪也会触发与身体痛苦相似的神经反应。人们有时会说“嫉妒之痛”，这并不奇怪，日本千叶市国家放射科学研究所的高桥秀彦（Hidehiko Takahashi）也发现了嫉妒会以同样的方式激活背侧前扣带皮质。[注]与童谣里的“棍棒和石头会打断你的骨头，但闲言碎语永远不会伤害你”相反，疼痛感、情感损失、尴尬和羞耻等情绪创伤可以产生与断骨相同的神经反应。

脑中相同的组成部分可以产生两种不同的反应：身体上的和情感上的痛苦。许多经历过所爱之人死亡的人曾经提及一个奇怪的事实：他们尽管没有受到身体伤害，却感受到了身体的痛苦。我们现在正开始为这种现象建立一种神经科学依据。艾森伯格、利伯曼和威廉斯推断：“社会痛苦在神经认知功能上类似于身体痛苦，当我们的社会联系持续受到损害时，大脑会警告我们，使我们采取恢复性措施。”

---

1. Eisenberger,Lieberman,and Williams (2003).
2. O’Connor et al.(2008).
3. Takahashi et al.(2009).

快乐与贪婪

神经科学已经表明，恐惧和痛苦与人类大脑的决策密切相关。那么更积极的情绪，如幸福、高兴、成就感和快乐呢？当然，大多数经济决策是为更快乐的原因而做出的。毕竟，在描述市场交易时，19世纪的英国经济学家威廉·斯坦利·杰文斯（William Stanley Jevons）说的是“双向需求满足”，而不是“双向恐惧叠加”。事实上，神经科学对于快乐情绪也有一些发现。

1954年，蒙特利尔的麦吉尔大学的两名研究人员詹姆斯·奥尔兹（James Olds）和彼得·米尔纳（Peter Milner）将电极植入活鼠大脑的中隔区。然后将这些鼠放置在带有杠杆的箱中，当鼠按压杠杆时，杠杆将向它们的大脑输入60赫兹的交流电。然后，这些鼠做了一件值得注意的事情：它们选择反复按压杠杆来刺激它们的大脑，有一次达到了几乎每小时2000次。

这个实验向神经科学家强烈表明了，大脑中有一个“快乐中枢”。奥尔兹和米尔纳谨慎地排除了电压会减轻植入电极带来的疼痛（这可以理解）的可能性。[注]为了找到快乐中枢的具体位置，已经在各种动物中进行了许多电极研究，包括在人类身上进行的几项研究（带着可疑的伦理问题）。

然而，快乐中枢比人们最初想象的更加复杂。大脑似乎没有一个单一的快乐中枢，而是存在一个具有许多不同通道的“奖励系统”。在心理学中，“奖励”是任何正向的使一个行为更有可能发生的事物。奖励可以像食物一样实在，或者像智力满足一样抽象和无形。令人惊讶的是，所有这些不同的奖励——食物、性、爱情、金钱、音乐、美丽——似乎都使用相同的神经化学信号：多巴胺。

多巴胺是一种简单的化合物，以前人们认为在神经学上没有什么意义，然而在1957年，瑞典研究员阿尔维德·卡尔松（Arvid Carlsson）表明它实际上是一种神经递质。卡尔松向兔子注射了利血平——一种已知用于分解神经递质的药物，然后兔子就患上了紧张性精神症。卡尔松认为兔子的紧张症是由于缺乏尚未发现的神经递质。通过向兔子注射L–DOPA——一种会在兔子大脑中转化为多巴胺的化学物质，卡尔松使兔子恢复了健康，这使得后来希腊裔美国神经学家乔治·科齐亚斯（George Cotzias）成功治好了帕金森病患者，神经学家奥利弗·萨克斯（Oliver Sacks）治好了患有昏睡症的患者，他在其著作《唤醒》（*Awakenings*）中高兴地提起此事。[注]因为这方面的贡献，卡尔松于2000年获得诺贝尔生理学或医学奖。[注]

用L–DOPA治疗的患者的一个共性就是他们经常沉迷于赌博。这是多巴胺参与大脑奖励系统的最早线索之一。研究人员发现，会上瘾的药物导致大脑将多巴胺释放到伏隔核中——一个位于距离奥尔兹和米尔纳将电极植入活鼠的中隔区不远之处的脑组织。（对人类来说，伏隔核位于靠近前额后方几英寸[注]的前脑底部。）

大多数神经科学家都会同意现在已经建立起了奖励体系的框架。多年来，神经解剖学家已经在大脑中发现了8个单独的多巴胺通道，包括与复杂行为（如注意力和学习）相关的多巴胺通道。大脑中多巴胺的使用和通道的多样性反映了我们感受快乐的许多方式，而我们只有一种方式可以感受恐惧，这个推断非常具有诱惑力。在这里，现代神经影像技术的力量才开始真正闪耀。我们可以实际地追踪哪些部分的大脑在快乐行为发生的时候被激活了。

那么赚钱带来的简单快乐是怎样的呢？2001年，哈佛医学院和马萨诸塞州总医院的汉斯·布赖特（Hans Breiter）领导的一个团队——丹尼尔·卡尼曼也在其中——使用fMRI扫描来确定当人面对经济收益或者损失时人脑中实时发生的事情。[注]布赖特给每个测试者50美元赌金玩简单

的赌博游戏。屏幕显示三个计算机动画转盘的一个，类似于某类儿童桌游，每个转盘都有三个概率相同的可能结果："好"的旋转器是10美元、2.50美元和0美元；"中等"旋转器是2.50美元、0美元和–1.50美元；"差"的旋转器是0美元、–1.50美元和–6美元。(注)

测试者以为旋转器的结果是随机出现的，他们并不知道的是，事实上旋转器按照程序预编的顺序进行，使得每名测试者在实验结束时获得78.50美元。由于fMRI扫描无法做到瞬时完成，所以每次箭头都要花费6秒钟旋转才能达到其最终位置，这足以使fMRI在"前景"阶段捕获被试的大脑活动。转盘停止后，箭头会再闪烁6秒钟，这足以使fMRI在当收益或损失得到确认的"结果"阶段捕获测试者的大脑活动。

布赖特和他的同事发现，随着玩家的回报增加，大脑特定部位的活动也会加强。神经系统与身体内分泌系统相连接的下丘脑被激活了，同时，杏仁核的一部分，被称为亚晶体延伸杏仁核的一种亚结构也被激活了。杏仁核的这部分似乎在恐惧反射开始之前就加工情绪反应。通过这种大脑激活模式看见胜利之前的紧张期待感是非常诱人的。

最后，货币奖励激活了腹侧被盖区，它将多巴胺释放到奖励系统和伏隔核中。这种激活模式看起来与布赖特的结果极其相似。事实上，这与他几年前在可卡因成瘾者和吗啡首次吸食者中发现的模式是一样的。赢得金钱——甚至不是很多钱——对大脑而言，与可卡因成瘾者或注射吗啡的患者得到的满足有相同的效果。在这种情况下，多巴胺被释放到伏隔核中，强化了这种行为。足够的重复后，与多巴胺释放相关的行为就变成了习惯。在不断摄入可卡因的情况下，我们称之为成瘾。在不断获取货币收益的情况下，我们称之为资本主义。我们对货币收益的最根本反应是与人类生理天性相连的。显然，我们本能地知道：贪婪是好事。

为了进一步探讨贪婪的这个概念，让我们回到从第2章开始讨论的

特沃斯基和卡尼曼的前景理论。这两位心理学家发现，我们不但在涉及收益时会害怕和产生风险厌恶，而且在遭遇损失时会贪婪和追求风险。我们已经看到，杏仁核和恐惧反射是如何参与风险规避的。然而，据我们了解，我们对收益的反应和我们对损失的反应不是简单对称的。风险寻求行为在研究快乐的神经学中存在一种解释吗？

为了回答这个问题，斯坦福大学的卡梅利娅·库嫩（Camelia M.Kuhnen）和布赖恩·克努森（Brian Knutson）在另一项fMRI研究中跟进了布赖特的实验。[注]库嫩和克努森设计了一个金融计算机游戏——更正式地说是行为投资配置策略任务——在玩游戏的同时，他们的测试者在MRI机器中接受扫描。玩家有三种投资选择：一只“安全”的债券或两只价格随机波动的有风险的股票任选其一。玩家们不知道这两只股票之一是一只“好”的股票，随着时间的推移，这只股票的价格总是增加，另一只则是价格总是下降的“坏”股票。此外，“好”股票比“安全”债券会给予被试更大的奖励，好股票平均每回合奖励2.50美元，而债券则一直是1美元。

库嫩和克努森发现了一个非常有趣的规律。当玩家冒险犯错时——例如，选了一只“差”的股票而不是“好”的股票——他们的伏隔核在他们做决定之前就被激活了。这与吗啡、安非他命和货币收益所刺激的大脑部分相同。相比之下，在玩家风险规避犯错时——例如，选择了一只“安全”的债券而不是一只“好”的股票——一个大脑中完全不同的部分——前脑岛就被激活了。脑岛与大脑对疼痛和其他消极情绪的反应密切相关，而前脑岛似乎与厌恶有关，无论这种厌恶是令人不愉快的气味，还是看到由令人不愉快的气味带来的面部表情，或者是看到污秽的图片，又或是身体残害引起的。[注]因此，风险厌恶的投资者处理货币损失的风险时，似乎经历的是与思及内心非常厌恶的事情同样的路径，而冒险的投资者处理潜在的收益时，则经历与可卡因等药物同样的奖励路径。

这对金融决策的启示是明确的。与使用L–DOPA治疗而产生赌博问题的帕金森病患者相比，个体多巴胺系统的不平衡容易导致更多的冒险行为。即使一般的个人和日常投资者也可以从一笔很小的经济收益中获得类似于可卡因刺激的神经化学“冲击”。理性的风险寻求行为，如理性经济人所展示的那样，显示出这三者之间的一种完美均衡：伏隔核使人感到快乐的贪婪冲击，前脑岛使人产生痛苦或厌恶的感觉，杏仁核使人感受恐惧冲击。

想象一下，这一切如何在一个典型的投资者身上表现出来。一方面，我们已经看到恐惧如何在心理上使投资者麻痹。但即使没有恐惧反应，一系列不幸的损失也有可能导致投资者因为精神上的痛苦而变得厌恶风险，也许这类似于孩子规避恶心的新食物或不熟悉的食物。根据fMRI研究，这个明显不公平游戏的参与者的前脑岛被激活了：他们感到了对上当的一种发自内心的厌恶。(注)

另一方面，如果冒险活动带来了财务回报，一个潜藏破坏性的正反馈循环可以从幸运投资时期起就在大脑中形成。这将导致投资者做出比理性经济人更冒险的决策，这是一种可能像可卡因成瘾一样难以破解的行为模式。

事实上，有一个行业早就认真关注了这些神经学理论：赌博行业。老虎机无疑是赌场中最受欢迎的赌博形式。根据文化人类学家娜塔莎·道·舒尔（Natasha Dow Schüll）在《故意成瘾：拉斯韦加斯的机器赌博》（*Addiction by Design*：*Machine Gambling in Las Vegas*）这本书中的记载，现代的老虎机经过精心设计，可以从玩家那里获得特定的神经学反应。(注)即使老虎机的收益完全是随机的——绝大多数老虎机不再是机械的，而是在计算机芯片上模拟的玩家产生了控制的错觉。为了保持胜利与多巴胺之间的紧密联系，老虎机的回报是很快的。损失被故意地显示为差一点就成功——这很重要，因为就如剑桥大学的卢克·克拉克（Luke Clark）最近在fMRI研究中展示的，大脑仍然会在差一点就成功

的情况下触发奖励路径，只是不像在成功的情况下那样强烈。[注]老虎机周围的环境旨在减少焦虑和其他消极情绪。这些因素结合起来，老虎机更容易让人上瘾——在一个国家，估计超过300万人赌博成瘾，这就会是一个社会问题。

---

1. Olds and Milner (1954).
2. Sacks (1974).
3. Carlsson et al.(1957).
4. 1英寸≈2.54厘米。——编者注
5. Breiter et al.(2001).
6. 引实验者所述："人们对于损失比获利更加敏感，因此回报要比损失更大才能相当。"一个直接来源于卡尼曼和特沃斯基研究的心理学结论。
7. Kuhnen and Knutson (2005).
8. Wicker et al.(2003),Wright et al.(2004).
9. Sanfey et al.(2003).
10. Schüll (2012).
11. Clark et al.(2009).

连接上测量仪的交易员

当有太多痛苦或乐趣时，理性的决策将会无效，这并不奇怪。尽管如此，20世纪80年代和90年代，心理学家和行为经济学家所记录的数量日益增加的反常现象起初并没有说服许多金融经济学家。当然，有很多投资者进行了愚蠢的投资的例子，但这并不是有效市场假说所指的。有效市场假说指的是“聪明的钱”，说的是专业的交易员，他们为了谋生，代表主要金融机构每天买卖数百万美元的金融证券。此外，MBA学生如何在计算机实验室中进行精心设计的实验，可能与训练有素的高薪交易员在实际交易平台上的行为并不相关。如果这个星球上有一个地方聚集着众多的理性经济人，那么它必须在华尔街，所以如果我们想要观察到这些罕见生物的行为，那我们应该观察这个地方。

这正是我以前的博士后同事德米特里·列平（Dmitry V.Repin）和我决定在1999年做的东西，以回应来自行为金融学界的批评。[注]我们联系了一家大型商业银行，问是否可以在其专业交易员正在进行真实交易时，实时测量他们的生理特征。我们希望看到动态的理性金融行为，并捕捉其特征，从而我们可以将交易员与普通人进行比较。如果我们能够识别理性经济人的独特特征，并解释如何以及为何他们与其他人之间存在差别，那不是很有趣吗？

就像听起来一样疯狂（请记住，这是在1999年，在生物识别技术变得很酷之前），银行同意让我们访问10位外汇和利率衍生品交易员，这些交易员自愿成为我们的“小白鼠”。为了进行测量，我们使用便携式生物反馈设备，测量了10位交易员工作时的皮肤电导率、血压、心率、呼吸和体温变化。当时，这些笨重的设备是最先进的，但今天，这些测量全部可以通过嵌入手表中的单个芯片和传感器来完成（且完成得更准确），与智能手机通过蓝牙连接。

心理学家早在很多年前就发现，这些生理学测量可以用来捕捉某个主体的心理状态，包括恐惧、贪婪和其他强烈的情感反应——这就产生了现在称为心理生理学的心理学分支。事实上，这项技术是生物反馈的冥想与压力痛苦管理技术的核心。

我们静静地观察着，交易员追随波动的市场数据（如汇率），提出交易和完成交易，并对抓住市场注意力的事件（如风险敞口偏差和波动事件）做出反应。这是交易员在工作环境中第一次以这种方式参与研究——他们坐在自己的交易台前，同时连接着多个传感器。

我们在寻找什么？我们希望找到生理特征与证券价格的关联，看看人类生物学与市场活动之间是否存在系统性关系。例如，从以前的心理学研究来看，我们知道皮肤电导率水平的小幅上升——由放置在手掌上的电极测量——与情绪激动的增加有关（在极端情况下和在最初刺激过一段时间后，手掌会出汗），这应该伴随着剧烈的市场波动。

我们将交易员分为两组：经验丰富的、经验中等及更低的。工作时间的长短不应该影响理性经济人的表现，但是我们的研究结果表明，经验更丰富的交易员无意识地表现出的情绪反应不同于经验较少的同事。当市场发生潜在的重大事件——大的价格波动或趋势逆转时，经验较少的交易员显示的血容量振幅、体温和皮肤电导率的变化幅度更大。虽然所有交易员，包括最有经验的，都对重大的市场变化做出了反应，但我们发现经验较少的交易员在生理上对市场的短期变化更为敏感。此外，在这些极端市场波动的余波中，更有经验的交易员的情绪波动很快恢复正常，而经验较少的交易员表现出持续时间更长、更高水平的情绪波动。

此项研究发掘出了利用可能与金融市场活动有关的生理特征进行实时量化金融决策的可能性。在我们进行了第一次实验之后，MIT发生了一件有趣的事情。我经常在斯隆商学院的交易实验室里运行一个模拟交易游戏，作为MBA介绍性金融课程的一部分。我决定与我的学生分享

一些我在交易员心理生理学方面进行的研究，所以我要求几名志愿者在交易时与测量仪器连接。当我看着与两个志愿者身上的电极连接着的笔记本电脑显示器时，我注意到一些熟悉的东西。其中一名学生的皮肤电导反应图看起来不规则和随机，但另一位学生的图看起来与我们在银行里有经验的交易员身上看到的规律非常相似——在市场波动时水平升高，在这些时段之外保持稳定。

在交易模拟结束时，我问了两个学生是否自己做过交易。具有不规则反应的学生说没做过，但另一名学生说，他进入MIT之前在一家主要投资银行工作了5年，负责投资政府债券。真令人震惊啊！我们还能从一个人的生理反应看出他金融决策能力方面的什么别的信息呢？

---

1. Lo and Repin (2002).

优秀交易员是由什么组成的

当然，这里真正令人关注的问题是，这些研究结果是否可以用来提升交易员的表现。那时我们还无法回答这个问题，因为我们无法获得交易员的累积利润数据，这是高度保密的信息，只有某些高级银行管理层才知道。然而，在德米特里和我进行的第二次研究中——这回我们与一个精神科医生兼狂热交易员布雷特·斯滕贝格（Brett Steenbarger）合作——我们获得了一些短线交易员的交易利润数据。[注]这些交易员参与的是一个5星期的线上训练项目，是由著名专业期货交易员琳达·布拉德福德·拉施克（Linda Bradford Raschke）举办的，琳达体贴地允许我们招募了其中的80个人，他们自愿填写了关于其情绪状况和交易行为的日常调查问卷。

在25天的过程中，我们要求他们进行一系列虚拟交易，同时他们也进行自主的、我们也观察不到的日常真实交易，我们研究这段交易期之前和之后的交易员的心理特征变化，看看我们能否确定一个特定的“交易员个性”，但这种个性并没有出现。显然，并不是所有的交易员都是宇宙中典型的超级激进大师。

然而，一旦我们将某些特定的人格特征与其金融回报相关联，有趣的规律就出现了。对损失金钱和获得金钱展示出更强烈反应的交易员的表现比其他人显著更差。另外，那些在“内在反省性”这个维度上得分更高的人——将生活中各种事件归因于自己的行为而不认为是偶然的倾向——也比在这个维度上得分较低的人表现更糟糕。这些规律告诉我们一些好的交易员的特征：更克制的情绪反应，包括抑制对交易结果的过分责备（或称赞）的能力。

仔细研究过这些结果后，我开始对交易的心理学以及交易者经常沉

迷于黑色幽默的原因有了更多的了解——他们需要与情绪化的情境保持一定的距离。我以前的一个学生在成为初级货币交易员的第一天曾经告诉我，一位正在指导他的更有经验的交易员给他如下建议："孩子，你只要记住三件事。第一，这仅仅只是钱；第二，这不是你的钱；第三，如果他们炒了你，他们不得不付你遣散费。"虽然这些话带有半开玩笑的性质，这个建议确实蕴含着一个真理。如果你把损失和收益看得太重，把每日利润和损失归因于自己而不是运气的好坏，你很快就会崩溃，无法做出合理的金融决策。不过，说起来容易，做起来难。

在被问及为什么进行某桩交易或拒绝另一桩交易时，金融交易员经常无法说出答案。他们依靠自己的直觉，这就是这两项研究从根本上测量的东西。直觉决策是这样的东西：我们几乎不能从认知上控制或者意识到它的存在，但又能很快地进行决策——在我们做出这些决策时，我们并未有意识地"思考"它们。金融交易，无论是在专业交易室还是在你自己的地下室中进行，都会使用在前额皮质（逻辑推理、数据分析和规划）中发生的较高级的脑功能。而且我们知道这些可以被在杏仁核中产生的恐惧和贪婪的强烈情绪反应所覆盖。正是这种情绪化的短路才使交易员脱离轨道。

与此同时，我们的研究表明，即使是最有经验的交易员，情绪也会发挥作用。如果我们考虑到进化和选择的作用（我们将在第5章中进一步阐述），我们就有理由将这些发现与理性市场相结合。在竞争激烈的金融交易世界中，不成功的交易员会亏损，被踢出局。情绪在决策中的作用表明情绪有助于决定金融交易员的进化适应性。

我们对金融交易者的实时观测，为个人行为在金融决策中的作用增加了更深层的证据。我们知道外部因素，如我们得到的日照量或白天的长度，甚至地磁活动，都会影响情绪的波动。这些特性和生理学的测量只是揭示金融决策的最终驱动因素的第一步。理性经济人的头脑中所包含的东西比我们最初以为的要多得多。

---

1. Lo,Repin,and Steenbarger (2005).

大脑用神经货币衡量金钱

如果我们接受理性经济人并不存在的事实，那么接下来的问题是，为什么不存在呢？为什么人们理性地对待金钱是如此困难？神经科学的答案是，大脑不会“理性地”处理回报或损失。大脑对金融经验反应的神经路径和对恐惧和贪婪产生的路径相同，就像大脑对待任何其他东西一样。虽然金钱在历史上存在的时间是悠久的，但与人类存在于这个星球上的时间相比，是一个新鲜事物。我们正在使用我们的古老大脑处理新的想法。这并不奇怪，因为我们的大自然母亲——这个伟大的持家者——经常反复利用现有的生物解决方案来应对新的挑战。

不管怎样，旧的神经生理学可以阐明新的经济行为。许多经济学界的现代批判者质疑用相同规模的价格来评估完全不同的东西。例如，经济学不仅很容易地用美元和美分比较苹果和橘子的价值，而且还可以比较是现在吃苹果还是6个月之后的吃橙子的满足程度更高，或将吃橙子的满足度和玩跳棋进行比较。这个无聊的比较引起了许多批评，但估值是经济学的基础。在经济理论的术语中，每个人都有特定的偏好排序。尽管每个人的顺序都会有所不同，我们所有人都能够将我们想要的东西进行线性排序，从最没有价值的东西到最有价值的东西。作为一种心理学理论，这存在着一些缺陷，但作为一种经济学理论，它能够运作得很好。但是以神经生理学标准，这种理论是否真的如此？

在千禧年之际，贝勒医学中心的里德·蒙塔古（Read Montague）和埃默里大学医学院的格雷戈里·伯恩斯（Gregory Berns）试图发现大脑将经济奖励转化成内部的心理“货币”的机制。蒙塔古和伯恩斯认为大脑需要使用一个共同的估值尺度来比较不同的结果。由于人类可能做出的行为范围之广，他们认为大脑需要用一个代表价值的单一内在尺度来选择适合的行动方案——尽管从理性经济人的观点来看，这一行动可能并

不理性。

2002年，蒙塔古和伯恩斯回顾了神经生理学数据，并发现了大脑中的接收多巴胺结构的位置，此结构似乎可将奖励反应转化为神经活动，转化方式令人联想到著名的布莱克–斯科尔斯–默顿期权定价模型。[注]这令科学家们感到震惊，因为期权是衍生品市场的重要组成部分，在这个市场中交易着复杂的与期货事件结果相关的各种合约。经济学家非常重视布莱克–斯科尔斯–默顿期权定价模型，迈伦·斯科尔斯和罗伯特·默顿于1997年也因此模型获得诺贝尔经济学奖（费希尔·布莱克在颁奖前两年去世了）。20世纪70年代期权市场的繁荣常常被归功于期权定价便携计算器的发明。理性经济人的脑中是否已经具有类似于期权定价计算器的神经？

---

1. Montague and Berns (2002).

我想要这一切，而且我现在就想要

然而，故事并不简单。金融专业人士熟悉现值与未来价值之间的差异。大多数未来资产的价值低于其现值（面值）。例如，现在你钱包中的100美元的钞票比一年以后的一张100美元钞票会更有价值一点。两者之间的百分比差距被称为“贴现率”。根据经济学理论，理性经济人应该在给定的时间间隔内使用相同的贴现率，无论这个间隔是在现在，在明年，还是在10年后。

但大多数理性经济人在未来价值方面前后表现不一致。假设给我们选择权，我们大多数人会选择现在得到100美元，而不是一个月以后得到200美元。然而，如果在一年后得到100美元和在13个月之后得到200美元之间选择，我们大多数人会选13个月后的200美元。经济学家称这种行为为“双曲贴现”，不过大多数读者应该熟悉其谚语形式，“一鸟在手胜过两鸟在林”。与完全理性的理性经济人相比，我们在短期中表现得更冲动，长期中才更理性，或者就像在我参加的一个生日聚会上一个被宠坏的8岁小孩说的，“我想要这一切，而且我现在就想要！”

人类实时形成的贴现率曲线在一张图上的形状类似于双曲线——在短期内非常高，在长期内非常平坦——因此被称为双曲贴现。与我们相比，理性经济人会更偏好灌木丛中的两只鸟，因为未来两只鸟的预期现值将大于现在的一只鸟的价值。但我们就是没能做到完全理性地解决这个内心的算计。因此，随着时间的推移，我们最终出现了在经济学上不一致的选择。

毫不奇怪，市场有效性之父——尤金·法玛，有一个非常聪明的方法来避免双曲贴现的陷阱。当法玛被邀请演讲或参与一些商业活动时，他说了一个决定是否接受的简单规则：无论一件事情有多遥远，他会问

自己，如果这件事原本是发生在下个星期的，他到了下个星期是不是还想做这件事，如果答案是肯定的，他接受，否则礼貌地拒绝。这个简单的经验法则确保了他在所有决策层面上使用相同的贴现率。

然而，双曲贴现给单一心理货币理论带来一个问题。在蒙塔古和伯恩斯的研究之后不久，有证据显示，大脑似乎有独立的神经系统来评估不同层面的货币奖励。在fMRI研究中，蒙塔古以前的一位研究生塞缪尔·麦克卢尔（Samuel McClure）向普林斯顿大学的学生提供了亚马逊礼券，用以检验自然状态下的双曲贴现。果然，这些普林斯顿大学生更喜欢马上得到一个较小折扣的礼券，而不是在之后得到一个更大折扣的礼券。即时的货币回报优先激活多巴胺系统，而延迟的奖励则激活前额皮质——大脑与“理性”思想相关的部分（我们将在下一章中探讨这个区域）。㊟麦克卢尔假设有两个系统在运行，一个处理即时的奖励，另一个处理长期的奖励。

麦克卢尔对双曲贴现的双处理系统假设是否正确？其他神经科学家并不是很确定。纽约大学神经科学中心的约瑟夫·凯布尔（Joseph Kable）和保罗·格利姆彻（Paul Glimcher）对此进行了测试，他们保持fMRI测试者的即时奖励不变（借记卡中打入20美元），同时将未来奖励改为180天。他们发现“即时”信号的强度随着延迟回报而变化。㊟后续研究使他们相信，大脑中只有一个神经系统对不同时间跨度的价值进行贴现，对于最即时的奖励，这种神经系统是遵循双曲贴现规律的。

神经科学表明，人脑对不同时间跨度的价值的处理是不一致的。我们天生是追求短期而忽视长期的。令经济学家惊异的是大脑中存在的系统可以解释这个现象。我们将在下一章中看到这些系统存在的原因以及它们是如何影响金融决策的。

然而，不是所有的奖励都是平等的。作为人类，我们主观上理解这一点，因此也会理解不能把苹果和橘子进行比较的常识性批评。多巴胺

系统的复杂性意味着大脑可以通过多种方式获得奖励。参与实验获得的礼品卡、食用最喜欢的菜肴与享受母亲笑容的温暖在大脑中处理方式略有不同。

大脑可以而且必须比较不同类型的奖励。当货币交易员考虑放弃一顿丰盛的晚餐或与家人一起度过一个傍晚的时间来监控亚洲的外汇市场时，他便是在做这样一个基于主观价值的比较。甚至可以用美元和美分来计算利益取舍。2010年，在杜克大学认知神经科学中心，大卫·史密斯（David V.Smith）和他的团队使用fMRI检查了23名年轻异性恋男子的大脑活动。[注]这些年轻男子被要求在观看陌生美女面孔与承诺钱币回报的图像之间给出心理上的选择。研究人员不仅能够精确定位做出比较的大脑区域——一个前额皮质的特定区域——而且甚至能够计算被试对每个面孔的平均心理价格是4.31美元。

自21世纪脑成像技术迅速发展以来，已经有数百项关于主观价值的fMRI研究。现在有很多关于这个话题的科学理论分析，因此也有人开始分析大量其他论文并撰写成论文——一种称为“整合分析”的方法——来帮助解释所有的研究结果。奥斯卡·巴尔特拉（Oscar Bartra）、约瑟夫·麦圭尔（Joseph T.McGuire）和约瑟夫·凯布尔在2013年进行的整合分析认为，主观价值在所有测试类别中都以相同的方式编码，激活同一系统内相同的脑区域。[注]

这些发现很好地证明了我们对大脑的了解正在快速变化。在几年的时间里，基于已知的神经生理学，一个强大的、过去有争议的假设出现了——单一神经货币——但现在通过使用新技术的巧妙实验进一步得到印证。我们知道这件事还没完。例如，目前我们尚不清楚大脑在哪里进行对主观价值的比较，还有这种心理货币是如何在单个神经细胞水平上进行编码的。[注]科学仍在研究之中，可能在你读到这本书之前还会发生变化。但是，我们进入神经科学的动力仍然是一样的：人类的行为不是一个黑匣子，而是存在一种令我们疯狂的研究方式，即使我们对这种方

式的理解也需要不断更新。

现代神经科学正在合理的范围内稳步发展。一些科学家认为我们现在对大脑的理解已经足够强大，强大到可以主动运用神经科学，特别是神经成像研究。与其寻找与经济行为相关联的大脑的特定区域，还不如做相反的事情：使用大脑活动来预测经济行为。许多大脑区域在特定类型的行为之前会被激活：例如，追求风险会激活伏隔核。心理学家布赖恩·克努森和经济学家彼得·博萨茨（Peter Bossaerts）认为，这些预期可用于创造一个“生理约束”的决策理论，在这个模型中，大脑活动决定了经济行为。注

这不是一个新的想法。事实上，经济学先驱赫伯特·西蒙在20世纪70年代曾经开展过类似的项目，他试图利用当时的人工智能技术来模仿人类决策过程的内部心理活动。到了今天，fMRI和其他成像技术可以直接测量大脑中的活动。怀疑论者或愤世嫉俗者可能称之为蓝天项目、无用的雾件。毕竟，没有一个计算机程序可以完整捕捉到人类大脑的复杂性——至少目前还没有。在下一个10年中会不会有，谁又能知道呢？但是，经济学家对这个反驳有一个很简单的答案。我们已经使用了一个非常简化的人类行为模型：理性经济人的完全优化行为模型。

在本章中提到的例子道出了一个悲伤的事实：在表皮之下，我们根本不是很理性的生物。就如凯恩斯所说，我们被我们自己的动物精神所控制。恐惧、贪婪、快乐和痛苦是金融行为的主要驱动力。神经科学家已经表明，货币收益可以激活与可卡因相同的奖励路径，而经济损失会激活与身体攻击相同的“战或逃”反应。这些反应是人体生理天生固有的。虽然我们经常能够通过教育、经验或遗传的好运气来克服生物反应，但在紧张的情况下，我们绝大多数人的表现将是情绪化的而且是可以预测的。我们的非理性行为并不意味着我们的行为是随机的或没有动机的。即使是最非理性的行为，无论是在市场上，在政治领域，还是在个人生活中，一般都有其背后的引人注目的动机，而且这个动机往往会

有生物学基础。

在这个神经科学的美丽新世界中，究竟是否有空间留给理性？事实上是有的。在接下来的章节中，我们将探究理性经济人具体位于人类大脑何处，以及我们如何在动物界拥有独一无二的地位。

---

1. McClure et al.(2004).
2. Kable and Glimcher (2007).
3. Smith et al.(2010).
4. Bartra et al.(2013).
5. Pessiglione and Lebreton (2015).
6. Knutson and Bossaerts (2007).

第4章 故事的力量

理性的新含义

20世纪70年代中期，一名成功的35岁商人开始受到头痛与注意力无法集中的折磨。诊断结果是脑膜瘤，一个大小如小橙子一样的脑肿瘤从下方压迫他的额叶。去除肿瘤的手术很成功，尽管在这个过程中也连带去除了一些健康的额叶组织。他的智力、运动技能和使用语言的能力都没有受到损害，但是在手术后不久，很明显，他的性格被彻底改变了：他失去了所有辨别轻重缓急的能力。他会整天沉迷于不重要的细节，比如在给客户撰写信件时选择合适的字体，却忽略更紧迫的任务，如写信和发信；他会花掉好几个小时决定早上穿什么衣服或晚上在什么餐厅吃饭。他很快就丢掉了工作，又快速地遭遇了一系列事业上的挫折，这之后他的妻子也离开了他。他再婚，然后又快速离婚。

当神经学家安东尼奥·达马西奥（Antonio Damasio）在艾奥瓦大学遇到他时，这位以前成功的商人正在试图恢复他的残疾人福利。福利被取消了，因为其他所有医生认为他的精神和身体能力仍然完好无损。所有外部表象都显示，这个人是在“装病”。(注)

达马西奥也存有疑心。他用当时的新成像技术扫描了这位病人的大脑，其中一些我们之前提到过：计算机轴向断层成像扫描、MRI和单光子发射断层成像（SPECT）。这些测试结果显示，这位在达马西奥的书《笛卡儿的错误》（*Descartes' Error*）中化名为“埃利奥特”的患者，他受损的脑组织部位高度集中，“损伤”集中在脑皮质的左侧和右侧额叶，位于前额下部后方几厘米。

达马西奥认为，埃利奥特的这一小部分大脑与更高级的决策功能有关。与其他额叶损伤的患者不同，埃利奥特在专门的心理和个性测试中表现正常。但是经过与埃利奥特的广泛对话后，达马西奥开始相信除了

决策能力之外，埃利奥特还失去了别的东西。虽然埃利奥特是一个讨人喜欢的，甚至是风趣和健谈的人，但在谈论自己的不幸时，他却情绪波动不大。随着达马西奥的进一步探索，他发现埃利奥特似乎总是情绪稳定：从来不悲伤、不焦虑，也从来没有不耐烦，只有非常短暂的愤怒。测量埃利奥特对暴力图像的生理反应的心理测试证实了这种奇怪的缺陷。经过一系列测试，埃利奥特自己向达马西奥承认了这种改变："对曾经会引起强烈情绪的话题不再有任何反应，无论积极或消极的。"达马西奥暂时称这一系列症状为习得性反社会人格。[注]

埃利奥特缺乏情绪反应，导致他在日常生活中做出不合理的选择。从埃利奥特和像他这样的人的例子中，达马西奥得出了深刻的结论：在人类认知中，情感的作用是理性的核心。[注]换句话说，要想有充分的理性，我们需要情感。

尽管离达马西奥最初的研究已经过去了30年，但他的结论仍然令许多人，特别是经济学家感到惊讶。毕竟，难道不是恐惧和贪婪，或是凯恩斯的动物精神，导致价格非理性地偏离市场基本面吗？在没有恐惧和贪婪的情况下，我们的理性大脑难道不会简单地就得出正确的结论，从而没有我们在第2章中看到的任何行为偏差吗？

为了回答这个问题，我们需要一个更深层次的观点，即什么是情绪，及其在决策中的作用。在这里，神经学家和心理学家已经不约而同地得出了一个简单而引人注目的解释：情绪是动物（包括人类）从环境和过去中学习的提高效率的工具。拥有情感的我们是比没有情感的人更有效率的学习者。

我们可以在带着恐惧感的学习中更清楚地看到情感的作用。正如我们所看到的，恐惧实验使得动物在一次试验中将一种新的刺激与一种负面结果联系起来。该联系如此强大，以至可以在动物的一生中均保持作用，即使在人类身上。我们的航空飞行员罗伯特·汤普森有能力感到恐

惧，这挽救了他的生命，而SM缺乏恐惧的能力，使她差点在多种情况下丧命。恐惧是一种非常有效的学习机制。

在埃利奥特的例子中，消除了感知微小情绪的能力后，学习过程中重要的反馈环路被切断了。任何事情对埃利奥特来说，都没有什么差别。如达马西奥所意识到的，正是这个原因使埃利奥特不能做出理性的判断。从神经学的角度来看，情绪有助于形成内部的奖惩制度，使大脑能够选择有利的行为。从经济学的角度来看，情绪有助于为动物（包括人类）提供一种基本货币或价值标准，从而对可能的各种选择进行成本效益分析。注

但是，如果情绪不是我们非理性的根源，情绪实际上对我们的理性是必要的，那么什么是非理性的根源呢？神经学的观点为我们提供了一个线索。神经学家已经表明，情绪，特别是恐惧和“战或逃”反应，是我们的“第一响应者”。我们对事物和事件的情感反应比我们理性表达的速度要快得多，正如罗伯特·汤普森的案例所显示的那样。注

---

1. Damasio (1994,34–37),Eslinger and Damasio (1985).
2. Damasio (1994,41–45),Saver and Damasio (1991),Damasio,Tranel,and Damasio(1991;1998).
3. See,for example,Damasio (1994) and Rolls (1990;1994;1999).最近的关于认知神经科学与经济学的研究显示决策中的理性和情感之间具有重要的关联（Grossberg and Gutowski 1987，Damasio 1994，Elster 1998，Lo 1999，Lo and Repin 2002，Loewenstein 2000，以及Peters and Slovic 2000），表明这两者并不是对立的，而是互补的。例如，与理性的金融决策过程中不存在情感的普遍观点相反，Lo and Repin（2002）提出了一些初步证据，证明与自主神经系统相关的生理变量与市场事件高度相关，这即使是对于经验丰富的专业证券交易员也成立。他们认为，情绪反应是实时处理金融风险的重要因素，专业交易员技能的重要组成部分就在于他或她在某些市场条件下有意或无意地以特定方式传递情感的能力。
4. See chapter 10.3,Rolls (1999).
5. See section 1.2,de Becker (1997);and Zajonc (1980;1984).

人类的火警警报器和灭火装置

极端的情绪反应完全可以使理性思维短路，有一个神经学原因可以解释这种现象。对杏仁核的强烈刺激似乎抑制了前额皮质的活动，这部分区域与逻辑思考和推理能力相关。[注]（本章稍后将回到前额皮质。）从生物学观点来看，这是有道理的。非常强烈的情绪是一种战斗召唤，应立即被注意到，因为个人存亡可能取决于此。如果一头灰熊正与你对峙，那么相比于解微分方程来说，感到害怕和拼命狂奔对你来说就更重要（即使你是一名MIT的学生）。十分自然地，如语言和逻辑推理的高等脑功能，将被压制直到这个威胁消失。

从我们的主观视角出发，我们感知的情绪反应也是非常不同的。这些反应可能无法让你觉得你的大脑正在帮助你生存。如果你曾经被气到说不出话，你就会体验到这种效果。一个更常见的涉及性别吸引的例子：你决定要在某天约一个人出去，并精心设计了方案——“意外地”撞上他或她，然后吸引对方，从而与你约会。你提前好几天为这个瞬间准备，你剪了头发，穿了一件特别好看的衣服，并准备了一些精心挑选的俏皮话，然后无休止地排练，直到那个完美计划的时间点到来。那一刻，你张开你的嘴，并开始说话，然后尴尬而失控地支支吾吾，听起来像一个胡言乱语的白痴，辜负了你的全部准备。为什么会发生这种情况呢？

这是因为大脑的情绪部分暂时占据主导地位。言语由前额皮质管理，但情绪化的大脑抑制了它，让你不知说什么好。用神经学的话来说，情绪刺激对前额皮质具有抵抗作用。主观上，我们可以感觉到情感和理性是相互敌对的；神经生理学上，也正是如此。爱真的会让我们变得愚蠢。

人的行为取决于大脑不同组成部分之间的微妙平衡。这些相互作用可能非常微妙和复杂。以微笑为例，我们大多数人可以很容易地发现自然的微笑和强迫的笑容之间的区别。怎么发现呢？答案在于大脑的组织方式。自然的微笑是由大脑的一个区域——前扣带皮质——产生的，并且涉及某些不由意识控制的非自主面部肌肉。然而，强迫的微笑源自大脑运动皮质的纯粹的自主行为。这与一个真正的微笑不同，因为脸上的非自主肌肉没有参与其中，那些肌肉保持着不变，使得这个人的表情看起来是冷冻的、像画上去的一样。在预定的时间做出一个特定的表情需要巨大的努力和技巧，正如在李·斯特拉斯伯格（Lee Strasberg）的表演学校，使用体验派表演方法的演员们可以证明的那样。只有想起那些曾经激发过情感的经历才能让奥斯卡奖得主——如杰克·尼科尔森（Jack Nicholson）和梅丽尔·斯特里普（Meryl Streep）——产生那种特定场景所需的真实情感反应。反过来，这些情绪触发相关的非自主肌肉，从而产生正确的面部表情，而不太真实的表情可以立即被辨识为“演技差”。

那么，非理性呢？正如我们所看到的，大脑中的专门组件相互作用，从而产生人类行为，增加响应特定环境条件的生存机会。这是恐惧本能的基础。智人通过学习和使用更有用的行为成功地适应新的情况，这在动物界是独一无二的。我们的大脑通过许多这种专门组件一起作用来实现这一点，产生一种有效的平衡。然而随着人类环境随时间变化，每个组成部分的相对重要性也改变了。当这些专门的组件遇到无法有效处理的环境时，就会出现非理性行为。

---

1. See Baumeister,Heatherton,and Tice (1994).
2. See Damasio (1994,141–143 and figure 7.3).

恐惧因素与金融

我们知道，批驳一个理论需要有另一个理论。基于人脑的功能，神经学已经为我们提供了理性和非理性行为的理论。那么这种非理性理论如何转化为金融术语呢？

让我来描述一个神经学中用于衡量金融理性和非理性的简单测试。自从达马西奥的开创性研究以来，艾奥瓦大学已经成为神经症状研究的重要中心，它揭示了所谓的理性行为。这就是研究我们在第3章中遇到的病人SM，那个没有恐惧感的女人的地方。这也是达马西奥之前的学生安托万·贝莎拉（Antoine Bechara）设计了现在称为艾奥瓦博弈任务的地方。㊟这个实验从丹尼尔·卡尼曼和阿莫斯·特沃斯基的实验中获得了一些启发，但是贝莎拉想要检验更为现实的决策任务，所以他转而使用了常见的打发时间的纸牌游戏。

在艾奥瓦博弈任务中，像在金融市场中一样，游戏的目标是尽可能少地损失，尽可能多地赢钱。实验测试对象（“玩家”）坐在四摞牌（A—D）的前面，并拿到了看起来很真实的游戏货币2000“美元”本金。玩家将选择其中任何一摞牌并翻开其中一张牌，印在牌面上的正数或负数就是玩家在该回合中赢取或损失的金额。这是一个简单的、具有博弈本质的游戏。

玩家预先不知道的是，牌摞是被操控的。玩家平均每次翻开牌摞A和B中的一张牌会得到100美元，但是牌摞A偶尔会让玩家损失数百美元，重复抽取足以让玩家的总金额减少。牌摞B类似，但是会频率较低地以较大金额惩罚玩家，如1250美元。另一方面，牌摞C和D将平均每回合奖励玩家50美元，牌摞C偶尔会对玩家造成少量扣款，牌摞D会频率较低地惩罚玩家250美元，但是在从长远来看，两摞牌都不足以对玩

家的总金额造成损失。

常规玩，也就是对照组，通常在开始游戏的时候从4摞牌里面都试着取牌。然后，受到更大潜在收益的诱惑，他们将注意力集中于牌摞A和B，直到他们意识从这两个牌摞中取牌不是一个能取胜的策略。这通常发生在前30张牌中。然后玩家转向牌摞C和D，尽管有些冒险者还会偶尔从牌摞A和牌摞B上取牌。持续抽了100张牌之后，赌博的管理者，也就是科学家，停止了游戏。

我们已经看到，博弈的冲动具有很强的神经学基础。但正常玩家在玩艾奥瓦博弈任务时，倾向于收敛到理性策略。然而，腹内侧前额皮质（如埃利奥特的案例中提到的）或杏仁核（如SM的案例中提到的）受损的玩家则采用完全不同的策略。他们最初以同样的方式开始，对牌摞进行抽样，看看哪个回报更好。然而，随着游戏的继续，他们对牌摞A和B比牌摞C和D表现出更明显的偏好，尽管事实上牌摞A和B被设计成可以使玩家破产的模式。当他们不可避免地破产的时候，实验者们就借更多的钱给他们，但他们仍然继续原来的策略。即使是自称“低风险偏好”的额叶损伤的人也系统性地比自称“高风险偏好”的正常人更多地选择牌摞A和B。他们无法从财务损失中学到教训。[注]

这是一种非常系统化的非理性。如果这种行为发生在没有脑损伤的人身上，心理学家无疑会将其归为另一种行为偏差。这些实验表明，如果没有某些情绪，处理风险的能力就会受到损害。具有这种特定类型神经损伤的玩家只看到高回报，却不能把更高的风险考虑在内。在这些患者中，受损伤的大脑结构在产生风险和报酬之间的理性权衡中起着关键作用，而这是金融决策的核心。

理性的神经学定义与个人的环境密不可分。当失去情绪感受的能力时，人的行为就变得比较不理性。我们所认为“理性”的行为实际上是大脑多个组成部分之间复杂协商的结果。如果这些组件变得不平衡，比

如，恐惧太少或贪心不足，我们就会观察到不平衡的行为，我们称之为非理性。但这些不平衡的行为并不是随机的，它们只是不适合所处的环境，就像海滩上的鲨鱼一样。

那么，金融市场的环境怎么样呢？既然市场汇集了许多不同人类思想的力量——无论是群体的智慧还是暴民的疯狂——我们都应该期待这些不平衡的行为会反映在市场中。因此，我们无须惊讶，如果发现冬季的阳光不足倾向于抑制股市价格，[注]或者正如我们在第3章中看到的那样，表现出太少或太多情绪反应的交易员往往比那些情绪恰到好处的人盈利更少，[注]又或是交易员在自己睾酮水平高于平均水平的日子更有可能赚到更多的钱。[注]新兴的神经经济学领域展示了这些例子，从神经生物学角度重新诠释，为我们提供了更深入的、更丰富的理解理性和非理性的基础。

---

1. Bechara et al.(1994).
2. Damasio (1994,212–217).
3. Kamstra,Kramer,and Levi (2003).
4. Lo and Repin (2002) and Lo,Repin,and Steenbarger (2005).
5. Coates and Herbert (2008).

我知道你知道我是知道的

虽然神经学清楚地表明，人类决策过程与理性经济人的超理性相距甚远，但它是否重要呢？有效市场假说表明它可能并不重要。设想一个有许多交易者的现代金融市场，如果一个交易者在情绪的影响下做出不好的决定，另一个更理性的交易者应该把这看作一个机会，并从这个交易者的错误中获利。利用即使是最小的错误，投机者迟早可以将任何个人的不合理性淘汰出市场。换句话说，“聪明的钱”应该最终会驱逐“愚蠢的钱”。

当然，我们知道，群体智慧的这个理想的描述并不总是成立。整个市场都可能被暴民的疯狂感染，尽管市场上的理性似乎比不理性更为频繁。但是，如果人类理性本身存在生物限制呢？

每位经济学专业的一年级本科生都知道，价格是由供求决定的。每个经济交易都有一个买方和卖方，每个人都试图达成一个相互满意的协议，也即杰文斯所说的“双向需求满足”。经济学家称这个谈判是发现价格的过程，正如我们在第1章中在猪循环的蛛网模型中看到的。然而，这种谈判并不总是以达成交易为结果。如果卖方拒绝将要价降低到买方希望的水平，则不会发生任何交易。如果卖家不愿意降价，像在eBay（美国电子商务平台）上要价100美元的脱口秀主持人杰·雷诺（Jay　Leno）头部形状的薯片可能永远都卖不出去。这可能是卖方的理性决策，也可能反映出卖家对买家支付意愿的了解不足。

运作良好的市场的价格发现过程要求其参与者进行一定程度的因果推理。“如果我这样做，那么其他人会这样做，在这种情况下我会回应……”这个逻辑链预先假设个人具有心理学家所说的一种心智，即了解另一个人的精神状态的能力。想想买方和卖方之间最基本的谈判形

式：讨价还价。即使是最简单的一来一回的价格发现过程也要求买方了解卖方的动机，反之亦然。我们需要有某种关于其他人的想法的理论。

实际上，要实现均衡价格——如有效市场假说和理性预期理论所假设的那样——需要有一个无限的推理链。在蛛网模型中，建议的价格沿着供需曲线螺旋前进，直至达到经济均衡。买方和卖方似乎被困在布满镜子的大厅里：卖方知道买方知道卖方知道买方知道……要价太高了。换句话说，市场均衡需要一个相当复杂的思想理论，并且可能是高水平的抽象思想。

令人惊讶的是，由贾科莫·里佐拉蒂（Giacomo Rizzolatti）领导的帕尔马大学的一组研究人员在20世纪90年代初偶然发现，“心智”不仅仅是心理学家想象中虚构的事物，还是大脑在神经生理学上的天生特性。(注)利用专门附着在猕猴的大脑特定部位的微电极记录仪，里佐拉蒂和他的小组发现了猕猴对他人镜像运动的反应。例如，当猕猴抓住物体时，运动前区皮质中的某个神经元会被激活，但当猕猴见证了人类实验者抓住物体时，同样的神经元也会被激活。这是直接的生理证据，证明猕猴可以通过自己的经验了解他人的行为，甚至是跨物种的。简而言之，猕猴的大脑天生具有基本的“心智”。

这个镜像神经元的发现是完全意想不到的。虽然一些神经学家开玩笑地称之为“祖母神经元”——当一个人看到祖母时会被激活的神经元，没有神经学家想到在自己的动作上，存在一个会镜像别人行为的大脑特定结构。事实上，里佐拉蒂的发现如此出乎意料，以至于著名的《自然》（Nature）科学杂志拒绝刊登他的论文，因为编辑认为它缺乏“一般意义”。(注)尽管被拒绝了，在短时间内，里佐拉蒂和他的团队利用正电子发射断层扫描的神经成像技术还检测到了人类中的镜像神经元。像我们的进化兄弟一样，当我们观察别人的行为时，我们人类也有神经元被激活，使我们可以直接体验别人的行为。“感同身受”这个短语比我们想象的更实实在在。

正如我们所看到的，神经学家经常通过研究这些大脑某部分损坏的个体的行为来发掘这个部分的功能。在镜像神经元的例子中，使用的方法却是相反的。我们知道镜像神经元做什么，但是我们还不知道它们如何影响行为。里佐拉蒂和其他人提出的一个假设是，大脑的镜像神经元机制的缺失可能与自闭症有关。自闭症患者往往难以理解其他人的动机，因此难以与社会相处。英国神经学家西蒙·巴伦–科恩（Simon Baron–Cohen）认为，自闭症是由于心智神经不发达引起的。㊟

我们自己的个人经历向我们展示了这种缺失是如何影响理性的。当我们还是个孩子的时候，我们都经历了心智不发达的生活阶段。在4岁之前，一般来说，我们无法理解对于那些从个人经验可判断为不真实的事情，居然有人相信，比如父母。这是儿童心理发展的一个众所周知的阶段。当然，作为成年人，大多数人会认同其他人可能会犯错。作为父母，我们依稀知道一个4岁以下的孩子在心智上无法理解我们是可能犯错的，特别是当我们面对看似不合理（或不理性）的行为时。

然而，当大多数儿童达到4岁的时候，他们能够处理心理学家所谓的一级错误信念。我们的大脑发育到了一定阶段，我们可以明白其他人可能也会有错误想法。大多数儿童，包括唐氏综合征患儿，都在这个年纪经历了这个阶段，然而许多自闭症儿童没有。这是通向“心智”成熟的重要一步。

大多数4岁的孩子都可以理解一个陈述，如：“艾伦认为他的圣诞礼物是红色包装，但礼物实际上是绿色包装”，这是一个一级错误信念的例子。但是一个典型的4岁孩子不会理解一个这样的陈述：“贝萨尼认为艾伦认为他的圣诞礼物是蓝色的，艾伦认为他的圣诞礼物是红色的，但它实际上是绿色的”，这是一个二级错误信念。小孩子需要多几年的时间才能拥有了解二级错误信念的能力，这种能力通常会在7岁时建立。这意味着他们的心智足够丰富，从而他们不仅可以模仿另一个人的精神状态，而且还可以模仿一个人对另一个人的精神状态的模仿。一个4岁

的孩子可以看到充满意图镜子的大厅中的一层镜子，而一个7岁的孩子可以看到两层镜子。[注]

这个镶满镜子的大厅会延伸多远？我们可能基于纯粹的理论猜测人类也存在着“无限回归”的潜力，即使我们很少使用它。毕竟，英语可以在其语法中支持无限层的从句，例如童谣“这是一只杀死吃掉放在杰克建造的屋子里的麦芽的老鼠的猫”等。另一方面，我们可能会尝试建立一个关于三级错误信念的心理实验——克莱顿认为贝萨尼认为艾伦认为等——并得出这是一个相当困难的任务的结论。事实上，心理实验表明，正常成年人在回答关于心理理论的五级心智的问题时开始出现重大错误。[注]显然，我们最高只在四级心智时是“理性”的。

如果大多数人只能看到充满意图镜子的大厅中的四层镜子那么深，那么像加里·卡斯帕罗夫（Garry Kasparov）这样的象棋大师呢？即使被认为是史上最伟大的棋手之一的卡斯帕罗夫，在典型的比赛中只能预测3~5个回合。[注]相比之下，最终击败卡斯帕罗夫的“深蓝”（超级国际象棋电脑），通常可预测16个回合。

此类缺乏深度的列举说明了有效市场假说的一个严重问题。我们很容易构建这样的一个场景：无论是在复杂的兼并和收购交易中，还是在独特的金融衍生产品的结构中，甚至是在美式橄榄球联盟的球员选择和交易策略中，正确理解并破解他人的五级意图会对财务有影响。但是，如果除了很少几个国际象棋大师，大多数人不可能在思考的瞬间就有这样一连串的想法的话——就像一个三岁的小孩不能理解母亲不知道毯子在哪里——这些交易中的投资者如何能够理性行事来最大化他们的利益？答案很简短：他们不能。

如果你是有效市场假说的忠诚信徒，你可能会认为其他投资者将利用该投资者的次优行为。但是，当这可能涉及六级心智时，这些其他投资者如何理性地知道，他们是否能成功地利用这些失败呢？虽然可以利

用一个误判进行套利和利润动机，但他们仍然需要依靠投资者的能力来识别错误的发生。在许多情况下，这种期望是不切实际的。市场历史充满了对他们的判断的正确性充满信心的“理性”投资者的错误——直到他们被考虑或理解范围之外的信息打回原形。在金融史中，很多理性投资者都曾十分肯定他们的错误判断。

换句话说，对于在一切时间和所有背景下都成立的有效市场假说来说，我们的理性在生物意义上太有限了。

---

1. Di Pellegrino et al.(1992).
2. Rizzolatti and Fabbri-Destro (2010).
3. Baron-Cohen (1989).
4. Perner and Wimmer (1985).
5. Kinderman,Dunbar,and Bentall (1998).
6. 见Kasparov and Greengard （2007，50–51），虽然卡斯帕罗夫把比赛对手记为“战斗的保加利亚人”，维西林·托帕洛夫（Vesilin Topalov）可以看到15回合之外的获胜机会。

理性经济人与左脑

智人可能不如理性经济人那样，是超理性的、完美优化过的物种，但我们的非理性远不是无方向性的随机行为。事实上，我们有一个人之常情的趋势，即以动机来解释世界。当我们连续四次抛硬币都是正面朝上时，我们马上认为有鬼。正如特沃斯基和卡尼曼所展示的那样，我们通常不使用逻辑或数学来做出这些快速判断，我们使用启发法代替。但是当我们被要求去解释自己的行为时，我们通常可以给我们的行为赋予一个听起来合理的理由。无论你是否相信，这种行为也具有神经学的基础。

20世纪60年代，神经学家罗杰·斯佩里（Roger Sperry）进行了一系列令人着迷的研究，研究涉及已经接受治疗的严重癫痫症的患者。在癫痫发作时，随机异常信号如大脑中的电风暴一样周期性地传播。这些信号会引起抽搐、肌肉收缩，偶尔会引起意识丧失，有时被称为“大发作”癫痫。这种状况的最严重形式之一，被称为难治性癫痫，可能会使人非常虚弱甚至危及生命。

在斯佩里开始研究时，治疗难治性癫痫的唯一方法是切除大脑左半球和右半球之间的主要神经管道，即胼胝体。虽然这种治疗可能听起来像是一种类似于放血的外科野蛮行为，但它确实是有效的。切断大脑两个半球之间的连接，导致癫痫发作的放电就无法在大脑中穿梭，从而有效地消除了癫痫发作。这种手术被称为胼胝体切开术，现在因为有其他更有效的治疗方法，所以很少使用了。即使在20世纪60年代，斯佩里、他当时的学生迈克尔·加扎尼加（Michael Gazzaniga）和其他同事也只能透彻研究10个脑分裂的测试对象。但即使是利用这个小样本，他们也能够推断出大量关于大脑如何工作的事实。

斯佩里的实验利用了人类视觉是交叉连线的这一独特的解剖学事实：像一堆纠缠的计算机电缆，我们的右眼及其视野是被大脑的左脑连接和处理的，左眼及其视野是被大脑的右脑连接和处理的。在斯佩里的实验中，他向脑分裂测试对象的一只眼睛展示一幅图片。此信息将传输到相反的半球。但是由于胼胝体被切断，被试的大脑无法将他们看到的东西从大脑一侧传递到另一侧，这引发了一些非常奇怪的行为。

例如，向经历过这项手术的被试的左眼（对应于她的右脑）展示一张人脸照片，她正确地将其识别为人脸，但是当向她的右眼（对应于她的左脑）显示相同的图像时，她声称什么也看不到。另一方面，当向她的右眼展示文字时，她能够毫不犹豫地读出来，但是当向左眼显示相同的文字时，她什么也看不到。换句话说，她的左脑可以读取文本，但不能识别脸部，而她的右脑可以识别脸部，但不能读取文本。

从这些简单却精良的实验中，斯佩里和他的合作者能够推断左脑专门从事语言、演讲、数学运算和解决问题的活动——我们通常称之为“智慧”的行为，而右脑则负责面部识别、空间能力、情感和集中注意力。因为这些发现，斯佩里于1981年获得诺贝尔生理学或医学奖。

然而，事实证明，斯佩里对大脑的分工并不是绝对的。后来的研究表明，大脑比我们想象的更复杂。在脑外伤的情况下，根据个人的年龄和大脑的受损程度，被斯佩里定位到其中一个脑半球的许多功能可以在大脑的其他地方重新恢复，方式类似于有些人在其利手受伤时，可以学会使用另一只手。大脑是非常有韧性的，或者用神经学的语言来说，是非常“可塑的”。

左脑/右脑的重要发现与本书第2章的概率匹配游戏相关。如果你回想一下，心理热线游戏涉及要求被试预测字母A还是B将出现在电脑屏幕上。在75%的时间中我们让A随机出现，在25%的时间中B出现。人类将选择一个次优策略：我们将匹配概率，并在大约75%的时间内选择A，在大约25%的时间内选择B，这意味着我们通常在62.5%的时间内赢

得成功。一个纯粹理性的、追求利润最大化的个体将一致地选择A，并在75%的时间内成功。

斯佩里之前的学生迈克尔·加扎尼加和他的同事发现了心理热线游戏中一些非常奇特的现象。流行的简化左脑/右脑模型声称左脑是智慧的、“理性”的一半，而右脑是直观的、“情感”的一半。然而，当这个游戏仅仅展示给脑分裂被试的右眼时，他们的策略是匹配概率；当它被展示给左眼时，被试推导出了最佳策略，并在100%的时间内选择A。[注]这与从流行的模式中推导出的结果完全相反：与右眼相连的“理性”左脑选择了匹配概率，与左眼相连的“情感”右脑选择了最佳策略。

然而，一个聪明的变动使这个实验呈现出一个重要的例外现象：当概率匹配游戏使用人脸而不是字母时，右脑不再采取最佳策略。相反，它也匹配了概率。[注]关键的区别在于大脑的右脑识别面部，左脑识别文本。即使基本数据完全相同，用面部而不是字母构成数据将导致右脑——专门用于面部识别——匹配了概率。到底发生了什么呢？为什么大脑中特定处理文字或面孔的部分这么容易被愚弄，从而选择匹配概率呢？

在迈克尔·加扎尼加的一本令人着迷的书《人类》（Human）中，他描述了一个被称为“P.S.”的脑分裂病人的实验，加扎尼加在20世纪70年代与他当时的研究生约瑟夫·勒杜一起研究这个病人，后来约瑟夫发现了“恐惧的路线图”。[注]在佛蒙特州伯灵顿的一个下着雪的拖车公园中，他们从右边向病人P.S.展示了一只鸡爪的图片（所以它被大脑的左脑看到），以及从左边的积雪的图片（由右脑看到）。然后他们要求P.S.从放置在他前面的一系列附加图片中选择与这些图像相关的最合适的图片。病人使用左手选了一张铲子的照片，用右手选择了一只鸡的照片。这个结果是在预期内的，因为左、右脑在其视野中处理了特定的图片，然后选择了相应的图片——雪铲和鸡爪。

但是当加扎尼加问病人为什么选择这两张照片时，他得到了一个完全意想不到的回应。P.S.回答说："哦，很简单。鸡爪与鸡应该放在一起，而你需要一把铲子去清理鸡棚。"这显然是可信的，但这并不是大多数人会做的联系，而加扎尼加知道真正的原因。当被要求解释他的选择时，患者的左脑对左手所做的操作构造了一个似是而非的解释而不是简单地回答"我不知道"。语言和智力通常是左脑的功能。由于脑分裂手术，这名患者的左脑完全没有意识到是雪堆的照片造成了左手挑选铲子图片，左脑只能看到鸡爪的照片。然而，当被问及为什么时，左脑提供了一个对此的莫名其妙的故事，这个故事与它所观察到的东西一致。大脑的"智力"部分也是大脑中产生故事的部分。

在他的研究中，加扎尼加提供了许多例子，其中分裂脑病人以某种方式被刺激，而当被要求解释他的行为时，患者创建了一个故事，一个似乎一致但实际上非常不相干且不正确的解释。加扎尼加最喜欢的例子之一是病人J.W.，他向其右脑展示"微笑"这个词，并向左脑展示"脸"这个词。据加扎尼加回忆，"他的右手画了一个笑脸。'你为什么这么做？'我问。他说，'你想要什么，一张悲伤的脸？谁想要一张悲伤的脸？'"注

从这些实验中，加扎尼加得出结论，即大脑的右脑负责现实中的谁、什么、何时与何地，仅仅是事实，而左脑则负责解释怎么样和为什么。左脑通过构建符合观察到的数据的故事来漂亮地完成这些，但并不一定总能正确地做到。

在更原始的层面上，这似乎就是心理热线实验中发生概率匹配的原理。解释文本符号的那部分大脑试图将它们叙述为这样的预期：75%的A和25%的B。识别面部的那部分大脑试图将这些面孔叙述为这样的预期：75%的时间是有胡子的男人，25%的时间是戴帽子的女人。这并不是最优化的行为，而是在产生一个和未来一致的故事。从这个角度来说，概率匹配是一种非常原始的故事形式。

构建故事的这种能力是我们所谓的“智力”的核心。记住，我们人类并不是“理性动物”，而是合理化动物。我们不是用事物和事件的角度来解释世界，而是用事物和事件的顺序来解释世界，最好是得出一些结论，就像在故事中得出结论一样。我们选择最佳行为的能力似乎与我们提出最值得称赞、最可信的对于世界的解释能力有关：最好的故事。事实证明，我们大脑中还是可能存在理性经济人的——就像文学评论家那样的。

---

1. Wolford,Miller,and Gazzaniga (2000).
2. Miller and Valsangkar-Smyth (2005).
3. Gazzaniga (2008,294) and Gazzaniga and LeDoux (1978).
4. Gazzaniga (2013).

作为CEO的前额皮质

我们已经考虑到许多神经学方向的突破，但是我们几乎没有触及大脑的各个组件是如何相互作用，从而产生所观察到的人类行为的。让我们回到金钱，我们现在更多地了解恐惧和贪婪在生理上是如何产生的，但是我们对于一个人面对退休基金下降20%会如何反应能说出什么呢？尽管这样一个事件可能会触发“战或逃”反应，但我们知道并非所有的人都会以同样的方式做出反应。有些人可能恐慌然后立即行动，但其他人可能根本没有反应。

神经学可以提供形成这些个体差异的内因吗？这些问题是经济学家能提出的最相关的问题，但它们也是神经学家回答起来最困难的问题。然而，部分答案似乎在脑组织的层次结构中。

当涉及控制动作时，大脑的一个组件可以在某些特定条件下代理另一个组件。就像军队中的指挥链一样，权威是由等级决定的，但大脑中的等级随时间或环境变化并不固定。我们如何确定这些神经组件的等级？例如，由于在各种各样的物种中发现了杏仁核，所以我们可以论断杏仁核对各种环境中的生存都至关重要。这意味着在某些情况下，杏仁核应该具有很高的等级。因此，在充满威胁的环境中，我们的恐惧反应主导了更高级别的脑功能。

在一个类似的军事例子中，有一个排的士兵由中尉领导，当他们正在清查一个可能被敌方势力占领的建筑物时，士兵们需要快速、不折不扣地执行中尉的命令。但是，如果他们在清查期间遇到一个炸弹，中尉会立即将控制权移交给具有处理该装置的专业知识的炸弹小组。在这个微妙的过程中，这一排的所有成员，包括中尉，都将遵循技术人员的指示，命令链暂时改变为最有效地处理直接威胁的模式。一旦威胁被消

除，常规的命令链就又重新建立起来了。在这个类比中，杏仁核就是炸弹小组的技术人员。

大脑与上述有经验的一排士兵的例子是对应的。这种对应的一个极端例子是27岁登山者阿伦·李·罗斯顿（Aron Lee Ralston）的不同寻常的故事，他的故事记录在他的书《进退两难》（*Between a Rock and a Hard Place*）和丹尼·博伊尔（Danny Boyle）扣人心弦的改编电影《127小时》中。2003年4月26日，当罗斯顿正在美国犹他州东南偏远地区的蓝约翰峡谷的一个3英尺[注]宽的裂缝上攀登时，一块800磅的巨石滑落，将他的手臂卡在裂缝的峭壁上。他被困了5天，最终用一把钝刀把他的右小臂截断逃脱。[注]这个故事是不可思议的，因为我们认识到，罗斯顿自己对自己造成了非凡的痛苦，仔仔细细地规划了自我截肢，这与人类避免痛苦的最基本的本能直接矛盾。他是怎么完成这个壮举的？罗斯顿通过在他的脑海中创造出一种替代性的故事来克服规避痛苦的电路，这么做尽管需要进行难以置信的自我截肢，但明显这比在峡谷中独自一人死去更有价值。我们所有人都拥有如罗斯顿创造这个故事的能力。

与罗斯顿这个令人难以置信的生还事件有关的大脑部分被称为前额皮质——紧挨着我们这个物种的超大前额后的大脑的那一部分。虽然类似的结构确实也存在于其他哺乳动物中，但是人类的最大，并且相互关联的程度最高。[注]拥有创造复杂假想故事的能力和纯粹虚构的丰富想象力，是我们作为一种物种进化中所得到的最重要的优点中的两个，并且据我们所知，我们在这两点上似乎是独一无二的。神经学家已经表明，许多独特的人类特征，如语言、数学推理、复杂的规划、自我控制和延迟的满足感也源于前额皮质。因此，这个区域有时被称为“执行大脑”。

像一个经营良好的公司的CEO一样，前额皮质负责制定组织的愿景，监测各部门和下属的绩效，权衡每个竞争部门目标的成本和收益，并制定资源分配决策。前额皮质的作用是最大化实现组织的整体目标的概率，同时保护组织遭受当前和潜在的威胁，且有时在紧急情况下会不

顾董事会的愿望。这个企业等级制度不仅仅是一个有用的比喻，它实际上就是我们神经生理学的一部分。

人类的大脑具有执行功能，使我们能够进行比其他物种更复杂的行为。当我们观察其他动物的行为时，我们可以看到这种差异。与人类相比，动物更加可预测。大白鲨在袭击之前将猎物圈起来，加拿大鹅在冬季向南迁徙，居住在海洋里的太平洋鲑鱼返回淡水河产卵。虽然人类也表现出某些可预见的特征（美国新英格兰的很多居民也在冬季迁移到南部），但我们通过前额皮质可能产生的行为的数量呈指数级增长，这仅仅是因为我们能够想象和从众多的假设性故事中进行选择。

这种能力可以使我们做出非凡的事情，就像罗斯顿一样。以罗斯顿的话来说，这救了他的性命：

> 一个身穿红色马球衫的三岁金发男孩在阳光照射的硬木地板上跑过，不知何故，我知道这是我未来的家。通过同样的直觉，我知道这个男孩就是我自己。我弯腰用我的左臂抱住他，用我无力的右臂来平衡，当我把他放在我的肩上时，我们一起笑了……然后，随着一阵震动，画面消失了。我回到了峡谷，但他快乐的嗓音回响在我的脑海中，创造了一种潜意识的保证，我将以某种方式从这个困境中活下来。尽管此前相信我会在获救之前死在此刻我所站立的地方，现在我相信我会活下去。
>
> 那个信仰，那个男孩，改变了我的一切。[注]

当2003年事故发生时，罗斯顿没有结婚或订婚，也没有孩子。然而，这就是想象的力量，我们可以构建，继而实现。这些极度详细的假设性故事，克服了似乎不可能的一切困难。6年后，2009年8月，罗斯顿与杰西卡·特拉斯蒂（Jessica Trusty）结婚，他们的第一个孩子利奥于2010年出生。

心理学家已经证实了人类大脑倾向于利用短期牺牲换取长期利益的

能力，尽管这没有罗斯顿的磨难那么戏剧化。从20世纪60年代末开始，美国心理学家沃尔特·米歇尔（Walter Mischel）在斯坦福大学对600多名学龄前儿童进行了一系列实验。[注]他提供给每位小孩一盘棉花糖和其他零食。然后，小孩们可以选择：立即吃掉，或者等待米歇尔回来后再吃，那时他们可以多吃一盘。有许多实验变量：例如，有时孩子被教导在等待时思考“有趣的事情”或“悲伤的想法”。同时，米歇尔将离开房间15分钟，或者直到他被叫回来，期间有人一直记录孩子的行为。平均而言，尽管有几个孩子忍耐了15分钟的时间，大部分孩子在3分钟以内就屈服于糖果的甜蜜诱惑了。

多年过去了，米歇尔注意到立即拿起棉花糖和学业成绩差，延迟满足和学业成绩好之间的相关性规律。后续研究表明，更冲动的儿童在SAT（美国学术能力评估测验）上表现更差，而延迟满足的儿童往往做得更好。令人惊讶的是，这群同样的人在40年后表现出相同的延迟满足的相对能力或无能。[注]在这以前，现代大脑成像技术已经被发明了，显示前额皮质在那些能抵抗40年前棉花糖的诱惑的人中更加活跃。另一方面，在更加冲动的人中，一个不同的、更原始的大脑区域被激活：伏隔核所在的腹侧纹状体与成瘾行为密切相关。为什么大脑具有与冲动和成瘾有关的古老进化区域？有一个简单的解释：纹状体与习惯的形成有关，无论是好习惯或是坏习惯。如果前额皮质如同CEO那样工作，纹状体就是为了在日复一日的基础上好好经营而了解公司日常业务的执行人员。

这不是一个草率的比喻。最近的研究表明，纹状体从事成本效益分析，用于学习过程。麦戈文脑科学研究所和MIT大脑与认知科学系的特蕾莎·戴斯罗切斯（Theresa M.Desrochers）、雨森研一（Keniichi Amemori）和安·格雷比尔（Ann M.Graybiel）共同发现，纹状体积极地将成本和收益编码成一个神经信号，用于我们的进化兄弟——猕猴的学习过程。[注]这些猕猴让眼睛沿着一个绿色的圆点移动，一旦完成就可得到奖励，它们通过加强学习学会了正确的眼睛运动序列。像镜像神经元

的发现一样，这项研究在这些猕猴学习这种新行为时使用附着在猕猴脑中特定部位的高级微电极记录仪来监测信号。通过分析这些信号，研究者发现，纹状体中的神经元将成本和收益综合在一起，形成的信号随着猕猴在它们的任务中表现更加完美，变得更加尖锐。

我们的前额皮质是一种非凡的神经机制，在眨眼间的进化过程中，使人类能够统治世界，适应这个星球上几乎每一种环境，甚至是月球。前额皮质是大脑为经济学家提供的与理性经济人最接近的东西。如果经济主体真的“按预算约束最大化期望效用”或“通过二次规划优化证券投资组合”或“在动态协商情形下策略性耍花招”，或经济理论如理性期望和有效市场假说预测的其他神秘行为，他们将使用前额皮质来做到这一点。

但像任何生物的器官一样，前额皮质受到生物学限制。即使它如此了不起又如此独特，也不能瞬间或无限地运作。与普遍观点和希望相反，它不能很好地从事多任务工作。[注]它在提前规划几回合的情形中或者在多级心智方面都存在问题。它会更早地构建一个似乎合理的故事，而不是承认无知。压力会使其表现更差。[注]事实上，在某些情况下，前额皮质完全不能运转。就如我们看到的那样，由杏仁核主导的强烈情绪可以抑制前额皮质。面对令人震惊的新闻而晕厥的人是因为他们突然失去血压，从而完全关闭前额皮质，才导致失去意识。

让我们回到刚刚失去20%退休基金而将其余投资都转换成现金的投资者。几乎每个金融专业人士都会告诉你这是恐慌性抛售，并不一定是最佳的处理方式。但那些看到下跌却按兵不动的投资者又如何呢？他们也可能遭受了肾上腺素反应的典型症状：心跳加速、手掌出汗和血管扩张。但他们想象未来的能力——一个市场会在几年内恢复，并会在退休前恢复的假设性故事——压倒了他们最初的直觉反应。想象力和前额皮质使这成为可能。

1. 1英尺≈0.305米。——编者注
2. 为了体会罗斯顿所遭受的痛苦，以下是由登山博主沙恩·伯罗斯（Shane Burrows）（参见http://climb–utah.com/Roost/bluejohn2.htm）撰写的罗斯顿自行截肢的简要描述。警告：容易受到惊吓的读者不要继续阅读：罗斯顿准备用工具箱里的刀将右下臂截肢。然后他意识到刀刃不够锋利，不能切穿骨头，所以就把手臂压在巨石上，打碎了骨头，从而能够切断组织。首先，他砸碎了将肘部与拇指连接起来的桡骨骨骼。几分钟之内他又砸碎了前臂外侧的尺骨。接下来他把止血带缠在手臂上。然后用刀切掉了他的右下臂。整个程序大约持续了一个小时。对血腥的细节感兴趣的读者可以参考罗斯顿（2004，281–285）提供的更形象的描述。
3. Schoenemann et al.(2005) and Smaers et al.(2011).
4. Ralston (2004,248).
5. Mischel et al.(1972).
6. Casey et al.(2011).
7. Desrochers,Amemori,and Graybiel (2015).
8. Ophir,Nass,and Wagner (2009).
9. Liston et al.(2009).

自我实现预言的力量

人脑拥有一台预言未来的故事预测机器。基于客观世界中的预测，我们通过一些行为（例如，在一个金融背景下，售出或持有我们的股票）来应对。如果这些预测是成功的和有用的，我们倾向于继续我们的行为，但如果它们失败，我们更有可能停止我们的行为并修改我们的预测。有了更好的故事，我们将更有可能有更理想的结果。然而，我们依靠故事来预测未来有一个微妙的缺陷。我们的大脑将无意识地使用我们的故事期望来引导我们的行为，以使预测结果更有可能发生，像加扎尼加的脑分裂患者一样，我们甚至不会注意到我们正在做这件事情。

在20世纪50年代后期，心理学家罗伯特·罗森塔尔（Robert Rosenthal）在其博士论文研究的实验设计中出现了一个严重的错误：他把某些被试下意识地分成了一组，这些人的反应会自动地证实他的发现，而不是科学地检验他的假说。这种被称为实验者偏误的现象几乎在他的学术生涯开始之前就毁掉了它。这就是为什么有力的实验设计取决于随机测试和双盲测试，以防止实验者以有利于实验假说的方式不经意地操纵实验。

其他研究人员也将从他们类似的经历中学习，并将其教训纳入他们研究计划的下一个实验的设计。罗森塔尔确定了不同的研究方向，他决定将研究的焦点全部转移到解释实验者偏误是如何发生的。

在一个经典的实验中，罗森塔尔将两组白化病实验室老鼠给了有12名学生的研究组。(注)罗森塔尔告诉学生，其中一组实验老鼠已经培养出快速走出迷宫的能力，这些老鼠被标记为“迷宫敏捷鼠”。罗森塔尔还称，另外一组老鼠已经被培养成难以走出迷宫，他称之为“迷宫迟钝鼠”。学生们很快发现罗森塔尔是正确的：迷宫敏捷鼠跑得比迷宫迟钝

鼠快40%。

然而，实际上有13名学生研究人员参与了罗森塔尔的实验。其他学生不知道的是，罗森塔尔没有对第13名学生说这些，而这名学生发现迷宫敏捷鼠和迷宫迟钝鼠之间没有差异——老鼠其实是从标准供应商那随机选择的。事实上，罗森塔尔测试的是学生，而不是老鼠。拿到迷宫敏捷鼠的学生采取了诱导老鼠表现最佳的行为，而拿到迷宫迟钝鼠的学生更少顾及老鼠，导致老鼠走出迷宫用了更长的时间。对老鼠表现的故事性预期使罗森塔尔的学生无意识地创造了一个自我实现的预言。

在接下来的30年时间里，罗森塔尔继续研究了这种微妙的偏见，他称之为“皮格马利翁效应”，这个名字来源于一个希腊神话：著名的雕刻家爱上了他自己创造的雕像，最终雕像被神赐予生命。[注]研究人员发现了在管理部门、法院系统、对于老人的长期照料中发现了皮格马利翁效应存在的证据，在学校里则更是一次又一次地发现了这一点。如果老师对学生有正面的期望，那么这个学生往往比没有获得良好期望的学生表现得更好；如果老师对学生有负面的期望，那么该学生往往会表现得更差。[注]老师的期望直接影响了学生的表现，创造了一个自我实现预言的循环：由于他们的预测总是被证实，老师们没有理由改变他们的行为。

---

1. Rosenthal and Fode (1963).
2. Rosenthal (1994).
3. Rosenthal and Jacobson (1968).

芭芭拉·费卡洛拉，最好的三年级老师

我对于教师期望的重要性有亲身体验。1968年，作为一个纽约皇后区附近一所公立小学的三年级学生，我非常幸运地在芭芭拉·费卡洛拉（Barbara Ficalora）的班上学习。费卡洛拉女士改变了我的人生。一个苗条的、高挑的、时常带着满脸微笑的、梳着杰奎琳·肯尼迪发型的女人，温暖与威严并存，她完全是一个三年级学生心目中的那种理想老师。当她说话的时候，我们都在倾听，尽管在她的班上有近30名学生，但她一直似乎在和我们每个人单独说话，让每个人都感到自己很特别，感到被赞赏和被关心。对我而言，费卡洛拉女士做了一件非常了不起的事情——她任命我为“班级科学家”。

我仍然不确定我是怎么得到这个令人羡慕的职位的，我自己并没有申请这个职位。她可能已经注意到我对教室背后的磁铁和铁屑的迷恋，或者也许是因为她看到我从学校图书馆借阅了大量的科学书籍，或者也许她感觉到我对课程设置的某些部分的沮丧和不耐烦，特别是那些涉及数字和记忆的部分。

无论什么原因，费卡洛拉女士看到了我心中的一些东西，这使她给予我每天自己动手做简单实验的时间，比如用柠檬、罗盘和铜线制成电流计，或者用电池、灯泡和开关制作并联和串联电路。最重要的是，在这些小课堂结束时，我被允许向整个班级展示我所学到的内容。按照今天的技术小发明标准来说，这是非常无聊的东西，但是在1968年，对于一个8岁的孩子，这是令人振奋的。那么多年以后，当我回想起每一个实验的细节，我仍然可以回味那种发现带来的惊奇感。

这个故事之所以让我印象深刻，是因为在我整个童年的早期，我学习数学时一直十分吃力（不像我的哥哥姐姐，我不是你们心目中的那种

亚洲学生）。我努力学习乘法口诀，但无论我多么努力，我就是记不住6乘7或7乘8。即使现在，在得出7乘8等于56之前，我必须停下来想一下。虽然我阅读能力很强，在其他科目上表现不俗，但数学是我的小学和中学阶段的烦恼之源。二年级的时候，母亲收到了老师的通知，通知她说我可能是“迟钝的”——那个时代的委婉表达——因此需要一些额外帮助。

作为一个在纽约拿着秘书收入抚养着三个孩子的单身母亲，即使她能够雇得起一个这方面的专家，而且这样的测试在那时候存在（实际上并不存在），我的母亲也没有时间或富余的钱，帮我找一个这样的专家进行测试。今天，任何儿童精神科医生几乎肯定会诊断出我的病情是中度阅读障碍（或更准确地说是计算障碍），也可能是注意力缺陷多动障碍。但是，这些知识在当时并不存在。1968年，现在著名的DSM（《精神疾病诊断与统计手册》）的第二版只有119页，最接近我的症状（除了“智力障碍”部分）的那部分的标题是“特定学习困扰”。这一部分是空白的，收纳了所有学习不能归因于其他条件的问题。在目前的第五版中，DSM已超过900页，重约4磅，包含许多学习障碍的详细条目，以及专门用于评估儿童的诊断方式。

那时候，我正是被老师和督导员认为学习比较“迟钝”，这对我来说非常令人沮丧。我的母亲相信我没有精神上的缺陷，根据她的说法，在和她以及两个年长的兄弟姐妹争吵时，我的表达十分清楚，所以她只是鼓励我尽全力做到最好，并让我的姐姐给我出额外的数学题，以在周末和休假期间练习。（太好了，更多的作业，这“正是”每一个极度活跃的8岁男孩都想要的东西……）

这就是为什么被任命为班级科学家对我来说非常重要。费卡洛拉老师无中生有地创造了这份工作，给了我非常需要的基于具体成就的信心，而不仅仅是一个三年级学生可以看穿的空白赞美。这也促使我每个星期为自己设定新的目标和更高的期望，因为我试图超越我以前的演

讲。毕竟，科学家必须要有产出！尽管有学习障碍，我在费卡洛拉老师的课堂上绽放，我相信这种经历是最终盛放出我目前学术生涯花朵的种子。我有机会以我自己的小小方式超出期望，这足以抵消我那时正在进行的与数学的斗争。

虽然成为班级科学家让我信心大增，我还是没克服在数学上的障碍，所以我继续与这个问题进行抗争，我不得不比我的同学更加努力地弥补这个致命弱点。然而，当我高中毕业时，奇迹出现了。我开始接触"统一的现代数学"，也被称为"新数学"，我就像一只搁浅的大白鲨回到了海洋中（是时候离开海滩了）。

20世纪70年代的这个伟大的教学实验涉及取消标准的高中代数、几何和三角等数学课程，取而代之的是抽象的话题，如集合、群、环和域。回想起来，新数学被广泛认为是一个巨大的失败，尽管这个课程设置的新实验措施似乎在佛罗里达州布劳沃德县取得了一些成功。20世纪70年代，大多数高中生（和许多他们的老师）完全被这些抽象概念搞糊涂了，但作为一个神经生理学怪人，曾经令我如此烦恼的数字，现在却使我看事情比同学更快、更清楚。我的转型令人叹为观止。几乎一夜之间，我在数学上从一名"C"级学生成为一名"A"级学生。直到这时候我才意识到我的大脑可能天生有所不同。

我不认为费卡洛拉老师对这些微妙的学习问题有任何了解。但是她愿意不顾我的缺陷，培养我的好奇心和对学习的热爱，让我以积极的方式来弥补自己的局限。我经常想如果我遇到了另一名三年级老师会发生什么，比如某天替代她的人因为我的某个同班同学胡言乱语就威胁要狠揍他，她也可能会打击我对学习的热爱。感谢费卡洛拉老师。如果我们经常告诉我们的学生，他们迟钝，做不出数学题，即使实际上并不是这样，最终学生们也会相信这一点。

我一路上遇到了许许多多鼓舞人心的老师，他们在我的生命中引导我，而我也希望每次上班时或者做出了值得他们尊敬的一些事情的时

候，我可以谢谢他们中的每一个人：我的母亲朱莉娅·罗（Julia Lo）、亨丽埃塔·马赞（Henrietta Mazen）、莎伦·奥斯特（Sharon Oster）、安迪·阿贝尔（Andy Abel）、迪克·凯夫斯（Dick Caves）、清泷信宏（Nobu Kiyotaki）、杰瑞·豪斯曼（Jerry Hausman）、惠特尼·纽维（Whitney Newey）和罗伯特·默顿（Bob Merton）等。但是这一切都是从1968年的芭芭拉·费卡洛拉开始的，我永远都会感激她赠予我的礼物：爱、智慧和终身对于学习的热情。

皮格马利翁效应表明，故事性预期可以以我们甚至感觉不到的方式改变我们的行为。这就是为什么从多个视角看来，无论是对金融资产的价值、航天器发生灾难的原因、科学理论的有效性，还是表现不佳的学生的未来来说，外界对意见的测试对于发现最正确的故事来说非常重要。没有对故事的独立检查，就没有办法分辨故事是真实的或只是一个引人入胜但完全虚构的故事。

故事就是智力

到现在为止我们已经了解大脑的一些组成部分，以及它们是如何相互作用来产生人类行为的，我们终于可以回答一个问题，至少暂时是有史以来最宏大的问题之一：什么是智力？有了最近的神经学研究的帮助，答案惊人地简单：构建好的故事的能力。

“好的”故事是什么意思？我认为好的故事是指准确预测结果的故事。换句话说，“如果X发生，那么接下来Y会发生”。浅显地说，这只是因果关系。智力是准确描述现实的因果关系的能力。

这个定义可能看起来足够清楚，但它包含了几个重要的细节。一方面，准确性非常依赖于情境。在某些情境下，比如驾驶，准确性非常简单：它取决于物理学的规律。鉴于力量等于质量乘以速度，每小时60英里[注]的正面碰撞造成的后果几乎没有什么不确定性。然而，在预测股市时，即使你每天在45%的时间内犯错，55%的准确率也将使你在一年的交易期间积累大量的财富。

下面是一个更现实的例子。最近在马萨诸塞州收费公路（也称为“麻省公路”或“收费公路”）的行驶过程中，我在三车道高速公路的中间那条车道上，注意到左车道的车突然转向我这条车道，显然是为了避开大坑。在我的脑子里，我构建了故事：“如果我开车过那条车道，大坑可能会损坏我的车或者造成车祸。”从那天起，我一直在抵达威斯顿通道之前避开在左车道行驶。

请注意，我避免了这个大坑是不需要经历过在它上面开过的。这个故事只存在于我的大脑中，但是由于我的前额皮质能够产生、评估和采取这种纯粹的假设性故事，所以我能够改变我的行为，而无须亲身体验

这个大坑。通过避开那条车道，我降低了爆胎或出车祸的概率，这都要感谢我创造并采取这种假设性的故事能力。

很聪明吧？当然，我的故事可能已经是不准确的了。马萨诸塞州收费公路管理局现在可能已经修复了大坑，在这种情况下，我的故事将导致我在较慢的车道驾驶，导致我比在左车道驾驶时延误更久、耗油更多。但是，由于我已经在麻省公路上驾驶了多年，我可以用前额皮质来预测大坑的变化。我观察到，坑洞经常需要多于一天的时间来修复，但是考虑到麻省公路所承载的交通量，通常修复时间不会超过一个月。另外，我可以以更高的准确度来预测一个典型的无情的麻省公路大坑将损坏我的车。任何给定故事的成功都是与情境相关的。在许多情况下，特别是在金融应用中，"如果X发生，那么Y可能会发生"可能非常聪明。

关于故事的另一个微妙之处涉及"如果X发生，那么Y发生"的潜在复杂性。在这里，X可能比"左侧车道有大坑"复杂得多。回到麻省公路的例子，我脑海中的故事可能是这样的："如果从我注意到了坑洞（X1）到现在已经过了一个多星期，以及如果我已经迟到了（X2），而且如果交通量很少（X3），那么我可能会冒着大坑还没有被修复的风险开车过左车道。"一个好的故事的定义对X或Y的复杂性没有限制。

科学理论是好的故事的一个特殊的例子。爱因斯坦的相对论是一个非常复杂的故事，以至爱因斯坦花了许多年才发现它，即使在今天，普通人群中也很少有人能完全理解它，尽管我们许多常见的电子设备依赖于它的正确性。事实上，爱因斯坦的理论为尚未发生的情况提供了非常精准的预测，这目前远远超出了我们测试的能力。例如，如果一名宇航员乘坐宇宙飞船离开地球，以90%的光速飞向绕着离我们10光年远的波江座内的恒星天苑四运动的超大行星，并立即返回，那么宇航员将会在22.2年后返回，但爱因斯坦告诉我们，他的身体只老了9.7年。这是一个惊人精确而奇怪的故事，我们穷尽一生也不可能体验到。然而，我们有很好的理由相信它的准确性，因为这个故事的其他元素已被严格测试并

证实了多次——这是人类智慧非凡力量的证明。

这个用成功的故事预测来定义的智力概念非常接近由掌上电脑Palm Pilot发明家转向神经学家的杰夫·霍金斯（Jeff Hawkins）所提出的定义。霍金斯在他的《人工智能的未来》（*On Intelligence*）一书中认为，智力包含两个特征：记忆和预测。霍金斯认为，大部分人类的大脑都是为这两个活动在运作。人类大脑皮质的微解剖结构由数以百万计的常规的皮质柱组成，每个皮质柱由少量的神经元组成，这让霍金斯想起硅芯片上电子存储器和逻辑电路的常规的结构。霍金斯认为，这些皮质柱是人脑中预测的基本单位。在他的记忆–预测的智力框架中，我们使用我们的记忆来检索规律，以便根据当前的条件和建议的行动来预测未来的结果。“这些预测是我们的思想，并且当与感官输入相结合时，它们就是我们的知觉。”(注)在记忆–预测模型中，智力的本质，甚至人类的意识就是预测。

如果霍金斯的记忆–预测模型是正确的（这仍然是一个假说，尽管是一个令人信服的假说），我的大脑皮质由数以百万计的微观预测机器组成，可以访问大量记忆，并且把记忆组织起来，以便于快速检索复杂的规律，这将使我产生一个相对准确的（但不一定完美的）对于未来的故事，而这将决定我的行为。换句话说，记忆–预测模型是产生好的故事的引擎。

乍看之下，霍金斯的记忆–预测模型似乎太有限，无法解释人类思想的多样性。难道人脑只不过是一个美化的搜索引擎？相对论的深度与麻省公路的驾驶故事从根本上似乎不同。不过，经过仔细的检查，霍金斯的模式表明恰恰相反。我们先暂时抛开霍金斯在神经元和计算之间的类比，进行一个较为数学化的思想实验。

大多数读者可能知道计算机以0和1的形式存储信息。这意味着计算机中的每个比特信息都有两个可能的状态：0或1（或者“关闭”和“打

开”，就像一个灯的开关）。大脑由86亿个高度互联的个体神经元组成，在计算机术语中就是约86千兆个神经元。让我们暂时假设神经元像电脑里的一个比特一样。如果我们说神经元活跃的时候是“1”，休息时为“0”，那么大脑的状态——你的思想——在任何给定的时刻，都可以用一个由860亿的0和1组成的字符串表示。

人脑可以有多少独特的想法呢？在这个思想实验中，问题会变成：可能有多少个独特的由860亿个1和0组成的字符串呢？由于每个神经元有两个可能的状态，所以答案是2乘2乘2等，如此860亿次，或者$2^{86000000000}$个可能的状态。这几乎是一个不可思议的数字——事实上我们只能对此进行抽象的思考。作为比较，在可观察的宇宙中只有2^{250}个微粒，所以人类大脑可以想到的可能想法的数量比其多$2^{85999999750}$倍，这是一个超过了250亿位数的巨大数字。[注]与广阔的人类思想的潜在多样性相比，在麻省公路上的行驶与爱因斯坦的狭义相对论之间的区别是不明显的。人类大脑可以构建一个有效的无限数量的故事——尽管只有少数几个会有用。

这种类型的计算长期以来一直由计算机科学家，如杰夫·霍金斯，特别是那些研究人工智能的人来进行。神经学从一开始就对计算机科学心驰神往，神经元的第一个数学模型是由沃伦·麦卡洛克（Warren McCulloch）和沃尔特·皮茨（Walter Pitts）在1943年发明的，就是第一台数字计算机被发明的时候。[注]早期的计算机科学家认为将智能行为编程到计算机中是非常简单的。悲哀的是，他们错了。

人工智能的第一次尝试试图全面模仿人的思想。因为逻辑是一种故事的形式，而毕竟计算机是非常擅长逻辑的。岂知，许多人类认为非常困难的事对计算机来说却相对容易。例如，作为学士论文项目，1962年，艾伦·科托克（Alan Kotok）在MIT开发了第一个可靠的玩国际象棋游戏的计算机程序“科托克–麦卡锡”。那时候，对国际象棋的掌握被认为是人类智慧的顶峰。仅35年后，IBM（国际商业机器公司）的深蓝就

击败了世界冠军加里·卡斯帕罗夫，今天我们可以下载一个App（应用程序）到我们的智能手机，从而轻易地击败绝大多数的棋手。国际象棋本质上是已经被人工智能征服的问题。

另一方面，人工智能刚刚进展到1600万台联网计算机设法学会识别出YouTube视频中的猫，而任何一个孩子几乎可以本能地做到这一点。注

为什么达到真正的人工智能对于计算机科学家来说是如此困难？正如我们所看到的，人类思想不仅仅是符号性抽象的顶层，如在屏幕上移动数字或棋盘上的棋子。相反，我们的“理性”思想支撑在情感和故事复杂性的海洋上。矛盾的是，早期的原始电脑处理的人类思维的高峰——国际象棋、逻辑、数学——比人类生命的机制容易很多。

随着计算机科学的进步发展，计算机能够模仿更多基本的人类能力，如语音识别和语音合成。今天，我们已经拥有集成专家系统，如iPhone（苹果公司智能手机）的Siri（苹果公司的智能语音控制功能）或IBM的险地求胜的超级计算机沃森，它们回答问题与任何聪明的人类一样好，但方式与任何人类都不同。人工智能已经在发展的道路上建立了许多里程碑，但最大的挑战仍然未得到克服：产生真正的智能行为。然而，随着几个不同的研究路径收敛到一起，人工智能可能正越来越接近其目标。

1987年，人工智能的创始人之一、MIT教授马尔温·明斯基（Marvin Minsky）教授发表了一本名为《心智社会》（*The Society of Mind*）的重要著作。注这是明斯基对人类智力的全面解析，在其中他阐述了他用机器的形式再生人类的认知和智力的愿景。自20世纪50年代以来，明斯基从几个不同的角度从事人工智能工作：软件、硬件、算法和应用。由于不满意机器仅仅模仿人类的行为，明斯基正在寻找一些更根本的东西。他曾经说过，他的最终目标不是搭建一台令他自豪的电脑，而是搭建一台可以为他感到自豪的电脑。

在《心智社会》中，明斯基认为，复杂的思想是大量相对简单的组件相互作用的结果。这个想法应该听起来很熟悉。人类思想的复杂性不是来自任何单一的组成部分，而是来自它们之间许多可能的相互作用。书的标题指出了思想是由这些简单组成部分的“社会”组成的。明斯基说，我们的智力是这个社会中所有可能组合的数量的结果。“什么神奇的诀窍让我们变得聪明？诀窍在于不存在诀窍。智力的力量源于广泛的多样性，而不是任何单一、完美的原则。”[注]现代神经学表明，明斯基的心智社会有一定道理，比如，为什么经济理性事实上是在恐惧和贪婪中产生的一种平衡。但这全面吗？

另一个人工智能伟人、MIT教授帕特里克·温斯顿（Patrick Winston），正在把故事作为人工智能的未来。对于温斯顿来说，人类的智慧是能够讲述、理解和重新组合故事的能力，即他所谓的强故事假说。[注]人类不仅为自己创造故事，而且还与别人分享故事。故事允许我们以非常丰富的方式相互沟通。讲故事和理解故事需要复杂的抽象思维，就我们目前所知，这是人类独一无二的能力，故事强化了我们作为灵长类动物的社会性。讲故事可能只是作为一个简单的口头传统兴起的，但书面语言的发展意味着我们的故事可以准确地借鉴过去的故事。书面语言的作用就像智力放大器。没有过去的书本知识的积累，爱因斯坦永远不会创造像相对论那样那么复杂而精致的故事。[注]

预测机器、心智社会、讲故事和理解故事的能力，即使当人工智能和神经学开始在智力的概念上统一思想，但其中的任何一个难题仍然存在。神经学家告诉我们，我们有高度精细的精神机制来完成各种任务。计算机科学家告诉我们，许多简单组件的组合可以产生复杂的行为。但是，这些不同组合的大脑组件最初是如何建立起来的呢？它们如何为我们从来没遇到过的情况产生出行为呢？

答案非常简单，而又令人难以置信的复杂：进化和简单的试错使其成为可能。多亏了4亿年的自然选择，大白鲨已经成为近乎完美的捕食

者。因为飞速发展的科技，人类行为的根源在人类适应环境时间的长度内发生了变化，其速度和环境变化的速度一致。智人在非洲大草原上对生理攻击的理性反应可能对在纽约证券交易所大厅里处理金融危机来说无效。

即使是我们最理性的精神行为也只是在适应过去的环境。但要充分认识到这一观点的重要性，我们需要再绕道一次，这次我们要穿过进化生物学的世界。

---

1. 1英里≈1.6千米。——编者注
2. Hawkins and Blakeslee (2004,104).
3. 顺便一提，相对较少的原子相当于你可以在明信片背面识别可观测到的宇宙中的任意原子。
4. McCulloch and Pitts (1943).
5. Le et al.(2012).
6. Minsky (1986).
7. Ibid.,308.
8. Winston (2012).
9. 当然，这个事实绝对不会削弱爱因斯坦的辉煌成就。爱因斯坦之前的许多其他物理学家都有类似的知识基础，但并没有得到接近爱因斯坦所创造的故事。

第5章 进化革命

在动物园的一天

几年前，当我的大儿子还在蹒跚学步时，我受邀参加在华盛顿特区举行的一个会议。我与妻儿一同前往，所以我们可以顺便在周末时到附近观光。那次出游最精彩的部分是参观国家动物园，动物园设计得很漂亮，并且有数不胜数的动物，包括著名的大熊猫。对我的儿子来说，最重要的景点是猩猩屋。当时，他最喜欢的书是佩吉·拉特曼（Peggy Rathmann）的《晚安，大猩猩》（*Good Night,Gorilla*）。这个温暖的故事讲述了一头性情温和的大猩猩将动物们放出来，带它们到动物园管理员的房子里睡觉的故事。注正如我所预料的，我的儿子在猩猩屋玩得很开心，但对我来说，这次出游却是一次重大的转折。

我们三个人站在一群红毛猩猩面前。其中，有一只红毛猩猩看起来是老大，它和另一只成年红毛猩猩，以及一个个头小得多、更加年幼的红毛猩猩在一起。令人惊讶的是，老大向我们走了过来，一直到和我们之间只有一道铁栅栏相隔，大概是想向我们要一些花生或爆米花。我条件反射地向前一步，把我的儿子从栅栏边上拉回来。我想我一定吓到了老大旁边的那只成年红毛猩猩：它立即挡在了年幼的红毛猩猩面前，似乎想阻挡我向它靠近。

人脑以一种神秘的方式工作。就在这个时刻，我清楚地看到了如何把有效市场假说和与其针锋相对的行为理论批判统一起来的可能性。确切地说，有两件显而易见的事我早该想到了，但直到那一刻我才想通。

首先，挡在年幼红毛猩猩和我之间的成年红毛猩猩可能是母亲，它的反应与我一样：当遇到潜在威胁时，本能地保护它的孩子。我们就像是彼此的镜像一样。鉴于我们拥有共同的灵长类血统，我们天生具有类似的行为模式并不奇怪，但那时的我对此感到惊讶。在动物园的这一刻

我才意识到，我们的行为方式是多么根深蒂固。

其次，尽管如此，我们之间明显有很大的差距，我们分别站在栅栏的两侧。当一天的行程结束时，和家人一起回到酒店后，我会想想发生了什么事，想想这件事激发的灵感如何解决我长期以来面对的学术争论，然后，决定写一本与此事相关的书，并最终实现这个目标。与此相对地，它会继续待在动物园，每天过着几乎相同的生活，保持这种被小心呵护但失去自由的状态直到生命结束。然而根据目前的基因组分析，我们之间97%的DNA（脱氧核糖核酸）是完全相同的。注这3%的不同产生了多么大的差别啊——它解释了为何在栅栏的一边，一个好奇的灵长类动物经历了一次顿悟，而在栅栏的另一边，一个同样好奇的灵长类动物则没有。

了解为什么以及何时市场有效率、何时却不理性的关键，在于理解这个3%来自哪里。答案当然是进化。

---

1. Rathmann (1994).
2. Chen and Li (2001).

进化革命

到底什么是进化？简单地说，进化是可以复制到下一代的种群特征的改变。现在我应当明确的是，我所使用的“种群”一词定义是非常宽泛的，而并非局限于生物学家通常所指的意义。我可以用这个词来指代生物和非生物，甚至可以用来指代抽象概念，例如软件。我还记得在我读研究生一年级时，我把从高年级同学那里借来的历年资格考试真题拿去复印，我甚至还记得复印件上的字几乎已经无法辨认，因为它已经在历届学生手中代代相传，反复复印多次（显然，复印技术厂商施乐成为世界500强企业之一是有原因的）。孩子们玩的传话游戏中，要传递的话传到最后往往面目全非。连环信件[注]、都市传说和流言蜚语也都具有相同的特征。这些变化都是进化的不同形式而已。为了确定哪一种形式的演变最有助于我们理解金融市场，我们需要一个进化理论。

事实上，提出进化理论是很容易的。回到我的真题复印例子，复印件变得越来越模糊、越来越不可辨认，每一次复印都会引入使原始图像变得更难辨认的干扰。原始图像经历过数代演变，可能看起来像绘画大师杰克逊·波洛克（Jackson Pollock）在页面上撒的墨粉。我可以假想一个“罗氏复印进化定理”：每一次复印都会引入干扰，直至复印件完全不可辨认为止。

但生物界的进化有所不同。自从现代科学产生以来，人们提出了许多种生物进化理论，但只有一种经受住了时间的考验：达尔文的自然选择理论。[注]我们已经看到了达尔文进化理论中符合现实的部分。在生物种群中，每个个体不同，其生理特征反映其遗传基因。然而，在任何给定的环境中，这种变化将导致不同个体的后代数量不同。随着时间的推移，平均而言，更好地适应环境的个体将拥有更多的后代，而不适应环境的个体将拥有较少的后代。因此，那些适应能力较强的个体具备的特

征将在整体种群中变得更加普遍，导致种群作为一个整体更好地适应环境。

达尔文的理论似乎很简单，但富有深刻的含义。当达尔文首先根据他的想法开始研究时，科学界并不知道生物特征是如何从一代传到下一代去的，或是什么导致了个体特征的差异。DNA是一种复杂的分子，像老式的自动收报机纸带一样保留着我们的遗传信息，但那时还尚未被发现。化学家们仍在辩论关于分子形状的基本问题。然而，通过对生物学证据的仔细分析，达尔文能够推断出让生命如此演变的必要条件。

我们现在知道，尽管肉眼无法直接观察到，生物间有着深刻的关联和类似。所有生命都使用非常相似的遗传密码来“阅读”其DNA，对这个复杂结构的了解归功于沃森（Watson）和克里克（Crick）的发现。今天，在60余年后，随着科学的进步，地球上每一个生物的DNA都已经成为我们能够阅读的书籍。我们可以直接看到，正如有血缘关系的人类有相似的DNA序列一样，有血缘关系的物种也具有相似的DNA序列。现代遗传学和分子生物学确认了进化理论是正确的，但是值得注意的是，达尔文是在没有这些现代工具的情况下得出他的理论的。

要充分欣赏达尔文理论的简洁和强大，让我们考虑桦尺蠖的例子。它的学名是白桦尺蛾，这是一种生活在北半球温带的夜行生物，遍布在包括英国和美国在内的许多地区。最典型的桦尺蠖有着白色的身体和翅膀，就像撒了胡椒一样，因而得名[注]。这种胡椒色作为对抗捕食者的迷彩，使得桦尺蠖在被苔藓覆盖的浅色树皮上停驻时，几乎无法被看见。不幸的是，英国工业革命期间，这个迷彩显得有些“过时”了，因为当时燃煤工厂的污染使得黑色的烟灰覆盖了一切。在黑色背景下，一棵树上白色的桦尺蠖就像“超级碗”（美国职业橄榄球大联盟的年度冠军赛）派对上新鲜的开胃菜。这些白色的桦尺蠖没能活多久。

然而，桦尺蠖种群的自然变异导致了黑色形态的突变体——黑化桦

尺蠖的产生。这种突变的第一例标本是在1848年英国的工业城市曼彻斯特采集到的。它们在几十年内遍布了这一地区，并成为之后100年内英格兰北部最常见的桦尺蠖类型。类似的例子也发生在美国的大工业城市的周围。在那里，自然变异导致了另一种黑色桦尺蠖的产生。这种桦尺蠖在1906年首次在美国宾夕法尼亚州的东南部被发现，到20世纪50年代，它们成为匹兹堡和底特律附近最常见的桦尺蠖。

---

1. 连环信件是一种含有引诱收信者复制信息再传予其他人的信息。——译者注
2. Darwin (1859).
3. 桦尺蠖的英文名为peppered moth，直译为“撒了胡椒的蛾子”。——译者注

只是故事，还是科学事实

进化理论的批评者往往认为桦尺蠖的例子“只是故事”，认为它更像是鲁德亚德·吉卜林（Rudyard Kipling）[注]的儿童故事的科学版本——对生物学特征的事后阐释，无法证明或证伪，反而更像是科学信仰。根据这种观点，进化理论的支持者只是基于自己的信仰简单地想起了人类从何而来的解释。像伏尔泰的讽刺作品《老实人》（*Candide*）中的那位不厌其烦地提醒他的学生“在所有可能的世界中最好的那一个里，一切都是最好的”的潘葛洛斯教授一样，尽管往往被批评，进化论者持有类似的观点：现有的生态系统在所有可能的生态系统中是最有效率的，动物对其所处环境的适应总是最佳的。

尽管“只是故事”的批评看起来似乎是非常合理的，但他们忽略了关于进化如何发挥作用的几个关键点。[注]科学预测必须是可以验证的，而达尔文的进化理论和吉卜林关于“豹是如何得到斑点”的故事不同，它提供了一种对桦尺蠖的预测：如果白色桦尺蠖的灭绝及其深色的表亲的繁衍是由于自然选择，那么环境的变化可能会扭转这种趋势。这个预测可以通过几种方式进行检验，并且它的确经受住了检验。

对该预测的第一例检验是在现实中自然而然地出现的。虽然世界许多地方仍然大量使用煤，并制造出巨大的污染云雾，英国和北美的工厂最终从煤改用别的能源，这使得工业污染下降，当地的树木迅速回到了工业革命前苔藓覆盖的浅色树皮状态。不久之后，黑色品种的桦尺蠖的数量迅速下降，原有品种的数量则有所回升。这符合预测结果。

自20世纪50年代以来，几代英国生物学家不满足于这个自然实验，通过反复试验，检验了如下假设，即掠食者在桦尺蠖的颜色迅速改变中扮演了关键角色。[注]这种实验的基本思想很简单：先测量浅色和深色桦

尺蠖的种群数量，然后将树用浅色或深色材料包裹起来，并在几个星期后再次测量桦尺蠖的种群数量，看看颜色比例是否发生变化。当然，这些实验面临的挑战是控制与进化无关的其他干扰因素，但是在一系列对照实验后，结论是明确的：进化理论是有效的。

由于科学界也像真实社会，总会听见一些刺耳的声音。桦尺蠖是进化实时发生的一个著名例子，然而一些批评者出于哗众取宠或意识形态的原因攻击这些工作，他们声称理论不完备，或直接指控研究人员有学术欺诈行为（回顾第2章中的编程错误指控）。科学具备自我纠正的性质，证据是：对最初实验的批评反而增加了知识的分量。在这些指责的驱动下，科学家们完成了进一步的实验，增加了理论的可信度，使之更难反驳。对早期桦尺蠖的观察实验被重新鉴定：无法和环境融为一体的桦尺蠖将优先被其捕食者以非常高的速率捕食。这种自然选择的速度很快，足以解释桦尺蠖的形态为何发生了如此迅速的转变。

这是进化理论和其相似理论之间的关键区别：这不是唯心论。这里涉及的唯一教条是对科学方法的虔诚态度——好的理论必须有好的预测结果。只要其中有一处与数据相抵触，那么这个理论就应当被否决，并且研究会转到下一个理论上（只要存在想取得终身教职的助理教授，就总是会有下一个理论）。

科学是人类的一种尝试，而许多科学家是很难被说服的，尤其是如果他们在建立或支持某个早期理论时有所贡献的话。然而，正如进化理论一样，科学自身也是一个正在不断进行着自然选择的过程。保罗·萨缪尔森经常评论称："科学通过葬礼推进另一个葬礼。"这句话改写自伟大的物理学家马克斯·普朗克（Max Planck）对科学探索进程的简洁的甚至有些病态的描述。最终，更好的理论会笑到最后，而科学知识以缓慢但坚定的方式、一步一个脚印地积累起来。

事实上，衡量某种科学理论的价值的方法之一，就是计算它所做出的正确预测的数量。不管怎么衡量，进化理论都是一个具有很强的解释

力的理论。自从达尔文在1859年出版了《物种起源》（*The Origin of Specie*）之后，进化理论已经做出了非常多的正确预测，涵盖了从微观生物行为到整个生态系统大规模灭绝的影响的广泛内容，以至于生物学家费奥多西·杜布赞斯基（Theodosius Dobzhansky）说："不借助进化理论，任何生物学理论都是错误的。"

---

1. 鲁德亚德·吉卜林，英国小说家、诗人，1907年诺贝尔文学奖得主。——译者注
2. 理查德·道金斯，英国牛津大学著名进化生物学家、畅销书《自私的基因》（The Selfish Gen）和《盲眼钟表匠》（The Blind Watchmaker）的作者，也许是当今最著名的、最直言不讳的进化论拥护者之一。多年来，对于一切有意颠覆进化论的企图他都给予了有力的回击且无不掷地有声，因此我自觉不必在此重复，但我希望感兴趣的读者可以从他强有力的论著中得到些启发。
3. Cook (2003),Cook et al.(2012).

选择的力量

对进化的一个常见的误解是，它是一个出于某种目的、有针对性地朝某个最佳目标或更高的存在形式发展的过程。虽然自然选择确实倾向于清除难以留下后代的个体，但这是一个被动的消耗过程。正如伍迪·艾伦（Woody Allen）所说："成功的80%只不过是保持存在。"从进化的角度来看，他将成功的本质低估了20%。

白色的桦尺蠖与其深色表亲的例子清晰地展现了某种最终目标的缺乏。事实上，著名进化理论家厄恩斯特·迈尔（Ernst Mayr）曾写道："对于一些生物学家来说，自然选择严格来说根本不是一个选择过程，而是一个淘汰和差异繁殖的过程，这个发现是令人震惊的。在每一代中，最无法适应环境的个体被首先淘汰，而那些更适应环境的个体更有机会活下来，并繁殖后代。"[注]如果这个过程听起来像是试错，那是因为它本来就是试错。

令人惊奇的是试错的力量如此强大。天文物理学家亚瑟·爱丁顿（Arthur Eddington）在1928年提出过一个思想实验，一个稍加修改的版本是："如果让一群猴子在打字机面前敲打，它们总有一天能打出大英博物馆里的所有书籍。"[注]让我们将它简化一下：要打出莎士比亚戏剧《哈姆雷特》的全文，需要一只猴子在键盘上敲多长时间？直观来看，我们知道这需要大量的时间，比一般猴子的寿命要长得多。但是，万一有某种隐秘的方式，可以让我们在很短的时间内从随机打字的猴子那里获得《哈姆雷特》的可读版本呢？也许只需要让它在打字机前尝试几百次？

这种隐秘的方式就是选择的力量。方法如下：每当猴子正巧输入一个与《哈姆雷特》中相应位置匹配的字母，这个字母就会被保留下来，

在猴子下一次尝试敲击键盘时这个字母不会被改变。很快，猴子产生的乱七八糟的文字会收敛成类似于英语句子的形式，然后变成某种接近于伊丽莎白时代英语的文字，然后突然间，它会变成莎士比亚自己写的那些文字，而且没有任何印刷错误。

如果你手头没有一只能够随机地敲打键盘的猴子（事实上，大多数猴子并不会随机地敲打键盘），这个实验也很容易在计算机上模拟。在大约30年前，进化生物学家理查德·道金斯（Richard Dawkins）在他自家的计算机上运行了一个与之类似的模拟程序。这个程序使用了哈姆雷特对一片云彩的简单描述“我想它看起来像一只黄鼠狼”作为测试语句。计算机只试了43次，就将道金斯最初的乱七八糟的字母匹配成近似哈姆雷特所说的句子：“长得像黄鼠狼的云。”[注]

为什么这个完全的随机过程能够如此快地聚集成可读的文本呢？通过保留与《哈姆雷特》文本相符的字母，我们选择了《哈姆雷特》的文本。通过选择的力量，我们保留下了最符合的结果，然后在大量并行的试错过程中运行了更多的试验。这就好像在每个字母上同时玩数千个猜词游戏[注]。任何一个猜词游戏都无法进行26个回合，这是字母表中的字母数量——无论单词有多长。由于莎士比亚使用的字符多于26个，而且这些字符是随机选取的，显然《哈姆雷特》的可读文本的出现需要花费更长的时间，但不会长太多。

选择能够对许多现象提供强有力的解释，而不仅仅是生物学现象。有一句著名的航空格言是这么说的：“有老飞行员，有大胆的飞行员，但没有又老又大胆的飞行员。”正如格言所说，它是足够准确的：太喜欢冒风险的飞行员会更早被停飞，或者是承受不可挽回的永久代价。选择过程扮演了过滤器的角色。每当初始种群与之后的种群之间存在差异时，往往意味着在这期间发生了某些选择过程，不论是在法学院预科生和法学院毕业生之间，或是在马拉松参赛者和马拉松完赛者之间，还是在婚宴菜肴和婚宴后的残羹剩菜之间。通过仔细观察和分析，我们往往

可以搞清楚过滤器的一些特点（例如，婚礼的客人认为烤鸡比鲑鱼味道更好）。有时候，过滤器起作用的方式更为神秘或随机（例如，踏上香蕉皮的马拉松选手，或是成为牧师的法学院学生）。

人们很早就了解选择的力量。数千年前，人们发现他们可以根据自己最喜欢的特征来选择哪些动植物繁荣生长。因此，几个世纪以来，园丁已经种植了西兰花、抱子甘蓝、花椰菜、散叶甘蓝、大头菜和羽衣甘蓝等多个品种，它们全部来自野生甘蓝及其被驯化过的品种。远在任何科学的遗传学或动物行为学理论发展出来之前，聪明的养狗者甚至培育出对人类有益的狗的品种，例如捡飞碟或者帮助牧羊。生物学家将这个过程称为人工选择。

然而，在人工选择之前，自然选择长期存在，自然界本身扮演了选择者的角色。这可能听起来有点循环论证的意味，但是大多数宠物主人都很清楚把家养动物放归野外自我觅食时会发生什么。大多数都会迅速死掉——作为选择过滤器，野外生活是苛刻的。然而，这些宠物的其中一部分活了下来并繁殖后代。但每一种活下来的情况往往有所不同：一些个体因为拥有较厚的皮毛而存活，一些个体对野外的病毒具有强烈的免疫反应，而某些个体可能只是恰好在正确的时间出现在正确的地点。自然选择是无意的，个体存活下来的方式可能有很多。无论它们拥有什么特征，活下来就意味着它们的基因将被传递给下一代。

让我们暂时回到我在国家动物园的经历上来。红毛猩猩和我都是经过漫长进化过程的幸存者的后代。事实上，今天还活着的一切物种都有40亿年漫长的进化生存历史。科学家和外行人仍然在谈论“适者生存”，但19世纪的用语对21世纪来说可能太简单了。相反，我们应该谈论“最能适应环境者生存”。在我们进化的家园——来自印度尼西亚热带雨林的红毛猩猩，来自非洲某个炎热干燥地区的我——完全可能的是，红毛猩猩可能会比我适应得更好。我们之间的不同，以及导致我和红毛猩猩生活在栅栏两侧的原因，并不仅仅是因为适应本身。我们还需要别的东

西来解释另外3%的基因差别。

---

1. Mayr (2004,31).
2. Eddington (1928,72).
3. Dawkins (1986,46–49).
4. 猜词游戏是一种双人游戏。由一个玩家想出一个单词或短语，另一个玩家猜该单词或短语中的每一个字母。如果猜对，玩家将单词中这个字母存在的所有位置都填上；如果猜错，则玩家在小人被绞死的图案上添上一笔。如此反复，直到单词被猜中或图案被画完为止。——译者注

多样性是生活的调味料

自然选择可以表现得残忍且毫不留情。维多利亚时代的诗人阿尔弗雷德·丁尼生（Alfred Tennyson）根据这样的想法，把自然称为“血红的牙齿和利爪”。在大多数时候，自然选择是很无趣的。某个物种的个体有了后代，后代有着和父母通常相同的存活率，然后产生下一代，如此反复。

但故事到此为止仍然是不完整的。自然选择完全是无计划的过程，但它仍然受物种多样性的支配，这种多样性又被基因支配。我们已经看到，物种内部那些具备更有用特征的个体，是如何比那些具备用处稍小的特征的个体更有效地繁殖后代的，这些不同的特征是怎么来的呢？

谜语的答案是突变。沃森和克里克对DNA双螺旋结构的发现举世瞩目，不仅显示了DNA如何携带信息，而且还显示了DNA复制时如何作为自身的模板。遗传复制的过程是非常精确的。然而，由于DNA的物理结构和热力学规律的作用，这一过程并非完美。因此，生物的基因组不时发生遗传性状的全新变化，我们称这些变异为“突变”。

“突变”一词的意思不过是改变而已。通过现代DNA测序，分子生物学家已经了解到，大多数突变对生物体几乎不能造成明显的改变，也即所谓的隐性或中性突变。一些突变是有害的，它们降低了个体的生存机会。例如，在第3章我们提到，SM这位患者由于杏仁核钙化的缘故缺乏恐惧情绪，而钙化本身是由ECM1（人类皮肤细胞外基质蛋白）基因突变引起的，这种突变基因会给某些特定类型细胞分泌的蛋白质进行编码（这些细胞的功能尚未为人所知）。这种突变可能在SM的家族的祖辈中出现过，但在几代人内都未显现，直到她的父母不走运地都有这种突变基因，并且对于这种特殊的症状，一个孩子有1/4或者25%的可能从其

无症状的、携带该基因的父母获得这一症状。

另一方面，在给定个体环境的情况下，一些突变可能是有益的。在人身上的一个例子，通过产生乳糖酶来消化乳糖的能力就是最好的证明。在有人类存在的大多数历史时刻，母乳是我们喝的唯一一种奶。大部分人一旦长大，他们会失去分解乳糖这种奶类中最具特征性的糖类的能力，没有乳糖酶的成年人的消化系统在试图分解乳糖时往往会引起巨大的痛苦，如今我们称这种症状为乳糖不耐受。但当人们开始驯养像牛和羊这样的大型哺乳动物时，他们可以获取一种全新的食物来源：动物乳。人们可以以生的动物乳作为食物，并从中获得一些营养上的益处，但可能他们的胃对此并非完全乐意。（他们往往通过发酵的方式去除一些乳糖，尽管这仍然是取巧的。）

然后，偶然地，调节乳糖酶代谢的基因发生突变，使其正常产生乳糖酶。这种突变发生在某个未知的个体中，并且延长了他或她原本只在幼年时才具备的乳类消化能力，将这种能力从婴儿期延长到成年期。几千年来，世界上几个不同的地方发生了若干功能相似但基因不同的突变，这些突变都使得个体消化乳糖变得可能。

在养殖牛、羊或骆驼的地方，这种突变使得人们在史前环境中有很强的选择性优势：他们可以喝乳类，吸收更多的营养，而缺乏该基因的亲戚则不能。结果，大多数来自欧洲、中东和非洲部分地区的现代人口都是这种突变的早期载体的后代。[注]另一方面，在史前人口主要饲养猪和家禽，或是捕鱼的地区，如东亚地区，这种突变基因的携带者没有选择性优势，这些地区的现代人口通常缺乏乳糖酶的基因。作为一个亲身经历了冰激凌圣代和香蕉船造成不适的亚裔成年人，我可以亲自证明这种缺失基因的影响。当然，今天的乳制品商可以直接用乳糖酶来处理牛奶，以去除有害的乳糖。并且由于消化酶片的存在，如果愿意的话，每个人都可以享用一碗冰激凌。环境已经改变了。

突变无处不在。从许多不同角度看我们都是变种人。平均的突变率较高，以至于地球上的每个人都有可能产生一些父母没有的新突变。这些基因变化是不可预测的，它们是物种更新的持续来源，这些更新被自然选择用来推动进化进程。这些随机的、不可预测的、杂乱的突变是自然选择所依赖的原材料。而且，多样性越丰富，自然选择就能越快产生有利于当前环境的适应性改变。

在这里，我们获知了另一个人类为何具备如此强的适应力的谜底。红毛猩猩和人类可能有97%的DNA序列是相同的，两个物种从最后的共同祖先开始，都经历了数十万代的突变和自然选择，以适应不同的环境。我和国家动物园中的红毛猩猩的不同，是因为我们的基因组中另外3%的差异并不仅仅是随机的：我们的生存环境与那些红毛猩猩生存的环境非常不同，而我们在这样的环境里，一些突变带来许多有用的特性，经历了数百万年的选择，保留在了我们的基因当中。人类之所以具备现在的能力，是因为这些特性让我们的祖先在艰苦的环境中留下了更多的后代。

---

1. Bersaglieri et al.(2004).

“笨蛋，关键是环境！”

进化不仅仅是淘汰的过程，它也涉及像迈尔这样的生物学家所称的差异繁殖。产生后代成功率的微小差异甚至可能导致一些遗传性状在进化意义上极短的时间内变得普遍，就像复利的利息将少量的钱在几年内变成一笔小财。一种使得个体在其环境中具有微弱生殖优势的遗传性状——微弱到比缺乏这种性状的个体多产生1%的后代——都将导致该性状的基因在进化意义上极短的时间内横扫整个群体，这个过程只需要几千代甚至几百代。对人类而言，这可能短到只要几千年的时间。

基于同样的原因，使得个体具有轻微生殖劣势的遗传性状将导致该性状的基因在同样的时间过后变得非常罕见。正是由于这个原因，在人类中发现的最严重的遗传性疾病，如亨廷顿舞蹈症、苯丙酮尿症和血友病，都是非常罕见的。从长远来看，那些携带这些基因的人即使没有出现任何症状，都比不携带这些基因的同辈拥有明显更少的后裔。

自然选择的过程可能导致一个物种根据其生存环境进行非常精细的适应。虽然接近现代鲨鱼的物种已经存在了近1亿年的时间，但直到大约1600万年前我们所知的大白鲨才出现。在这两个事件之间的8400万年中，很可能是自然选择在发挥着作用，将恐龙时代的大白鲨先祖重塑成我们今天所知的强有力的海洋捕食者。

自然选择很了不起。一条现代的成年大白鲨长达21英尺，重量可以超过3吨，但它可以以每小时30英里的速度游泳［迈克尔·菲尔普斯（Michael Phelps）在100米自由泳项目上的最好成绩为47.51秒，约合每小时4.7英里］。一条大白鲨能长出整整7排、每排300只剃刀般尖锐的牙齿，其下颚可以施加每平方英寸约1.8吨的咬合力（一只典型的罗威纳犬的咬合力约为每平方英寸328磅）。一条大白鲨可以在100亿滴水中

嗅到一滴血的味道，具有弱光线下的夜视能力，并且可以将眼睛向后缩回到眼窝里，以便在受到攻击时保护它们。它可以通过感应地球磁场进行导航，并可以发现超过800英尺外的振动。大白鲨还具备伪装能力：它有着黑色的上半身和白色的下半身，分别与阳光照射的海洋表面和黑暗的大洋底部的背景色相近。大白鲨平均寿命约30年，自然选择可以在16000000/30=533333代的过程中产生奇迹，特别是当它生存的环境相对稳定的时候。

事实上，大白鲨如此精细地适应它的生存环境，以致几乎任何对其生理结构或行为的改变都会使它的日子更糟糕。而且由于自然选择，长期来看，任何不那么适应环境的鲨鱼都将被淘汰，甚至这个过程可能来得更为突然。在这个意义上，对于大白鲨而言，现在的世界确实是“所有可能的世界中最好的那一个”。

这是选择的基本特征之一，不论是自然选择还是人工选择：被选择的个体多样性越高，种群就越有可能达到任何给定的选择标准。多样性的一个常见代表是群体的规模：较大的群体规模通常具有更高的多样性。例如，本地跑得最快的人通常跑不赢全国大赛的冠军，而全国冠军可能和世界冠军无法相比。通过增加选择表现最佳者的群体规模，也就相当于从随着时间推移产生的一系列群体中选择，这样就更有可能得到更高的水平。

但当选择的标准发生变化时怎么办呢？从世界上最快的短跑运动员中挑选出最好的歌剧歌手，不太可能产生下一个帕瓦罗蒂。而这正是突变发挥作用的地方。如果环境永远不会改变——这相当于代代维持相同的选择标准——那么经过许多代之后，自然选择很可能会产生完美适应环境的物种，比如海洋中的大白鲨或百米赛跑中的尤塞恩·博尔特（Usain Bolt）。但是，如果所有鲨鱼在生物学上都是相同的（换句话说，没有突变体），并且环境突然改变成目前这种鲨鱼无法适应的状况，那么这个物种也就走向了灭绝。

在这方面来看，自然选择存在自身的脆弱性。一个物种可以通过自然选择变得过分适应某种环境，以致它无法在环境变化的情况下生存下去。大白鲨是一种可怕的捕食者，但它如此适合海洋捕猎，以致如果它停止移动就会死去——只有不停地运动才能将含氧水输送进它的鳃。正如我们已经观察到的那样，没有人会害怕在沙滩上搁浅扭动的大白鲨。在这个不同的环境中，使鲨鱼变得最为危险的那种对环境的适应性，是完全无用的。

多样性确实是生活的调味料。如果每一代都有各种突变体，每个突变体都有自己独特的适应性，那么无论环境如何变化，物种都有更好的生存和繁殖机会。我们可以将突变和多样性视为一种对可能发生的糟糕环境的保险。更丰富的生物多样性意味着在不同环境中存活下来的机会更大。

一个更为突出的例子能更好地展现出变化的环境如何改变整个物种的命运，就是已经绝种的渡渡鸟。渡渡鸟是一种不会飞的鸟，曾生活在印度洋岛国毛里求斯。在人类定居毛里求斯的数百万年前，少数非洲鸽子移居该岛。这地方一定是它们的天堂：岛上有大量的食物，并且没有哺乳动物捕食者。事实上，岛上根本没有哺乳动物。自然选择导致它们的后裔丧失了飞行能力，因为飞行能力要消耗大量的能量，在新的环境中是不必要的。这些不会飞的鸽子尺寸逐渐增长，并且变得相当胖。之后，人类定居者来到了毛里求斯，并把老鼠、猫、猪、狗和其他竞争物种也带上了岛屿，这几乎在一夜之间改变了渡渡鸟的生存环境。而被隔离了数百万年的渡渡鸟，早已失去了对大型哺乳动物的“恐惧本能”。水手们可以直接走到一只渡渡鸟面前，抓住它然后扔进炖锅。在人类定居毛里求斯的100年之后，渡渡鸟灭绝了。[注]

显然，自然选择和对环境的适应并不总会将个人或物种引向最成功的结果。这使得英语中产生了一句俗语，叫“像渡渡鸟一样死定了”。适者生存并不意味着适者在所有的环境中都是最适合的。适合与否高度依

赖于情境。一个物种可以很好地适应其生存的原始环境，但在新的环境中就不是这样了。

“笨蛋，关键是环境！”这是我对为什么我在栅栏的一边、红毛猩猩在栅栏的另一侧的后半部分解释。人类和红毛猩猩不仅是近亲，也是进化的幸存者，但红毛猩猩很好地适应了热带雨林的环境，它们生活在树林间，以热带水果为食。在爬树方面，红毛猩猩比人类更有优势，而在计算机编程和制订退休计划方面，人类比红毛猩猩更有优势。

然而即使没有先进的技术，人类似乎也成功地在不同的环境中都蓬勃发展。我们可能是地球历史上适应力最强的物种，几乎在这个星球上的任何环境中都能繁衍生息。我们的适应力是如何变得如此之强的呢？

---

1. Hume (2006).

智人的出现

我们正处在壮观的浪潮当中，随着一系列新的科学技术的出现，关于我们先祖的基因和古生物学数据爆发了。以下的大部分内容来自人类学家伊恩·塔特索尔（Ian Tattersall）对人类进化的精彩叙述，他是纽约市美国自然历史博物馆名誉馆长。然而，随着化石记录的增多和对遗传证据的分析，你阅读本书的时候，我们的进化历史可能已经变得更加清晰了。对于进化生物学家来说，这是令人兴奋的时刻。

人类是灵长类动物，而灵长类动物有悠久的进化史。迄今发现的最早的灵长类化石可以追溯到5500万年前。早期的灵长类动物看起来和猴子并不十分相像。事实上，从化石证据来看，它们看起来更像松鼠。但是随着时间的推移，它们的一部分后裔渐渐地发育为与我们更加相似的生物：猿。原康修尔猿是一种非洲灵长类动物，它被认为是最早期的猿类之一，生活于2500万年前。没有人确切地知道人类和其他猿类的血统是何时分化的，但是通过比较来自不同物种的DNA序列，我们可以粗略地估计两种物种最后一个共同的祖先。这种所谓“分子钟”将人类和红毛猩猩分化的时间定在了大约1300万年前，而人类分别和大猩猩、黑猩猩分化的时间要稍近一些。

但我们还是回到340万年前的埃塞俄比亚吧，“名人”化石露西就生活在那里——她是人类近亲中，目前已知最早用双脚行走的。[注]在这时，人类的祖先可能已经直立行走，解放了他们的双手用作其他目的。大约250万年前，最早的石制工具在坦桑尼亚的奥杜威峡谷被发现，这标志着旧石器时代的开始。实际上这些石头并没有什么可看的：只不过是破碎的石头和有着锋利边缘的岩块碎片。但是我们知道这些工具是有意制造的，因为岩石在自然条件下不可能照那样分裂。在某些例子中，我们甚至可以将原始的岩石重新拼在一起——在200万年之后，这是令

人惊讶的。我们还知道这些石制工具被用于屠宰大型动物。

我们所属的人属出现的第一个证据，正是这个时候出现在化石记录中的。这可能不是巧合。我们早期的祖先可以制造工具，用它来从尸体上切割肉块。我们已经可以看到，我们这个物种有一套非凡的认知能力。它必须选择正确的岩石，学习以正确的方式将其分割成薄片（这比看上去困难得多，互联网上有这个过程的视频），并把正确的岩石带到屠宰地点，还知道在哪里使用这种新工具切肉等。在化石记录中，我们已经可以看到许多前瞻性行为和计划的迹象。[注]

我们在化石记录中看到了大约150万年前的两个新的创造：形状良好的石制工具，以及火的使用。这显示了早期人类在某些认知层面上已经能够思考形式、功能和能量使用。在这个时间点上，我们也发现了一个放满了被加工过的手斧的“车间”。我们称这个时代的人类为匠人，意为“作为工匠的人”。

当我们越来越接近现代的时候，故事也变得越来越复杂。解剖学意义上的现代人类——我们这种物种，即智人（“有智慧的人”）——一直到20万年前才出现在埃塞俄比亚的化石记录中，这和我们刚才探索过的时间尺度相比，就像是一眨眼的工夫。[注]在数万年的时间里，智人与许多其他类型的人共存于世，这其中包括著名的尼安德特人（Neandertals）（人类学家最近修改了传统上的拼写“Neanderthals”），以及其他极少为科学界所知的、现在已经灭绝了的物种。直到不久以前，通常的科学共识是智人走出非洲，在其他类型的人类的竞争中以某种方式胜出了——或许是由于我们有更高明的智慧和适应能力，或许是出于更暴力的原因。[注]

然而，在2010年，这一科学共识被瑞典分子进化遗传学家斯万特·帕博（Svante Pääbo）的尼安德特人基因组测序结果推翻了。这项测序展示了非常令人吃惊的结果：大多数现代人有1%~4%的尼安德特人血

统。[注]更令人难以置信的是，最近在西伯利亚腹地某个深洞中发现了某未知类型的人类手指骨，从他的DNA中，人们发现，这种新发现的人类和现代美拉尼西亚人共享4%~6%的DNA，尽管美拉尼西亚群岛距离发现这块骨头的西伯利亚的洞穴有数千英里之遥。[注]智人可能在竞争中胜过了其他种类的人类——显然尼安德特人不再作为一个独特的群体存在——但智人仍然将他们的基因纳入了现代人类基因当中去。很显然，我们的祖先四处游历。因此，现代人类携带来自数个人类谱系的DNA。

即使在今天，以我们物种的高超技术实力，人类仍然没有停止进化。厄恩斯特·迈尔的淘汰和差别繁殖的概念仍然影响着我们的日常生活。尽管我们在现代医学上取得了奇迹般的进步，仍然有超过30%的各类妊娠最终走向流产。[注]在某些国家仍然有超过10%的新生儿活不到一岁，1910年的美国正是这样的例子。[注]这些生命的消逝对人类基因组产生了巨大的选择压力。

作为人类，我们仍然想要寻找一些独特的进化特征，以证明我们在某种程度上与我们的前辈是不同的。这些进化特征当中，最明显的是人类的大脑。但要理解人脑在哪些方面在进化意义上可能是全新的，我们必须回顾人脑是如何发展进化的。

---

1. Tattersall (1998,110–124).
2. Ibid.,126–134.
3. McDougall (2005).
4. Tattersall (1998,176–177).
5. Burbano et al.(2010),Green et al.(2010).
6. Reich et al.(2010).
7. Wilcox et al.(1988).
8. Haines (2008).

进入理性经济人

在解剖学意义上，人脑中并没有什么物理上的新结构可以解释理性经济人的存在。[注]比较解剖学和古生物学都没有发现任何明显的证据。然而，化石记录显示的是，我们现有的大脑结构经历了巨大的扩张。简单地说，我们的大脑变大了。像露西那样，我们的南方古猿祖先有一个脑容量约为400立方厘米的脑，这一大小略大于一罐汽水，大约与现代猩猩或黑猩猩的大脑相当。然而，到了我们人属，约200万年前起源的那一时刻，我们的大脑容量翻了一番。匠人这种新的人类的颅容量为850立方厘米，略低于一夸脱[注]牛奶的容积。

在化石记录中，像我们这样的特定物种——智人，在人属中的出现，标志着第二次脑容量的迅速增长。现代人的脑容量平均为1200立方厘米，略大于一夸脱加一杯牛奶的容积，尽管这个数字在不同的个体间略有不同。[注]事实上，一些古老形态的智人有1800立方厘米的脑容量，大约相当于一大瓶两升装的汽水。

人们提出了很多理论来解释人类进化过程中大脑容量的增长。一些研究者认为，这是其他选择压力造成的副作用。例如，人类学家迪安·福尔克（Dean Falk）猜想，人类发育出更大的头部尺寸，有利于在非洲的草原上散发更多的热量。[注]这一假说听起来可能有些愚蠢，但它是符合进化逻辑的一个合理推断的，过去的环境造成了对当前环境的适应。

但一种更有说服力的解释将人类大脑的扩张与人类智力的增长联系起来。人类学家威廉·莱昂纳德（William R.Leonard）认为，我们人属在200多万年前起源时，脑部容量的突飞猛进的变化，与饮食习惯的改善有关。[注]我们人属的形成，正如石制工具的首次出现一样，需要相当的认知能力，而这些石制工具与屠宰尸体有关，使我们相比于徒手剥皮而

言能吃掉更多的食物。

人类的大脑容量增长得十分迅速，但并非人脑中的所有部分都以相同的速度增长。与感觉加工、运动控制和其他“更高级”的功能相关的脑区域的增长速度比大脑增长的平均速度要快得多。另外，人类也有比黑猩猩和其他猿类更多的运动神经元突触。这些突触在现代人类对手、眼、面部和其他说话和表达能力所需要的器官的精确控制上，扮演了必不可少的角色。

我们的物种在最近的几十万年间经历了第二次大脑容量的扩张，这次扩张导致了现代智人的出现。这可能是一次由于社会竞争、繁殖竞争或对稀缺资源的竞争导致的智力上的竞赛的结果。这次导致了现代人类产生的第二次脑容量扩张，似乎让史前时代的人类与现代的我们足够接近，一个诱人的解释看起来已经近在咫尺，但事实上我们并未就其产生的确切原因达成共识。

不过，至少有一件事是清晰的。在这个过程中，我们的前额皮质和大脑的其他部分相比增长得尤为迅速。回顾第4章中我们提到过，前额皮质处于我们的额头下方，主要负责诸如个性、做出决策、风险管理、对未来的规划这样的“执行”功能的脑区——这些功能也正是那些让心理学家和经济学家非常感兴趣的功能。这种变化并未显示在大脑容积的简单测量中，但它由我们的颅骨形状的变化显示出来：我们具有和我们的猿类近亲相比更大的额头。

下面的例子可能看起来扯得有点远，但这正是MIT主导的“让每个不识字的孩子拥有一台笔记本电脑”工程，在埃塞俄比亚的两个村庄中留下一箱未做标记的笔记本电脑后发生的事。在两个星期内，孩子们开始唱他们从电脑的预装软件里学到的歌，而在5个月内，他们中的一个黑入了电脑的操作系统。[注]一旦孩子们手上有了电脑，他们的能力就开始突飞猛进。基于同样的原因，一旦人脑进化出了能容纳强大认知能力

的容量，人类的认知能力就突飞猛进了。

伊恩·塔特索尔将这一过程称为扩展适应。注塔特索尔相信，更大的前额皮质在人类具备复杂的思想、语言或其他现代人类具备的认知成就之前就已经产生了。在这之后，它被更高层次的认知功能所运用，这些功能包括象征性思考和对未来的长远规划的能力，但在许多代人中，这些功能并未对前额皮质的发育产生强大的进化贡献。

这在生物学上并非不可思议。事实上，这是一个常规的进化过程。生物解剖结构的剧烈变化自然而然地会导致其发育和行为的进一步变化。发育生物学家们对进化理论家玛丽·简·韦斯特–埃伯哈德（Mary Jane WestEberhard）所称的“双腿山羊效应”相当熟悉。注在20世纪40年代，一位荷兰兽医出版了一本对一只没有前肢的山羊的记录的书，这只山羊在失去了前肢后学会了直立，并用其后腿行走。在这只山羊因意外死亡之后，解剖结果显示了山羊的骨骼和肌肉解剖结构的系统性变化，其骨盆和腿部与其他两条腿行走的物种（包括人类）更为相似，尽管正常来说山羊具备4条腿走路的生理结构和行为能力。

基于同样的原因，人类在了解和意识到它的全部潜力之前，就发育出了较大的脑。没有哪种山羊进化出双腿行走，但在合适的条件下，一只山羊可以发育出使双腿行走成为可能的肌肉和神经结构。这可以证明，在正确的刺激下，我们不断发育的大脑可以获得新的能力。大脑在不断增加的人类刺激下演变。这种由行为、具有神经可塑性的大脑和自然选择组成的“良性循环”，最终导致了我们的大脑向着比其任何前辈都更适合前瞻性行为、规划和抽象思考能力的方向进化。

人类刺激甚至成为人类认知发展的必需品，其中之一就是人类语言。尽管我们永远无法获得语言发展的古生物学证据——语言无法被化石记录——但我们仍知道语言对人类大脑的适当发育是必要的，因为我们知道大脑在没有语言的情况下将会如何发展。古希腊历史学家希罗多

德记录了一位埃及法老的传说，这位埃及法老想知道世界上最原始的语言是什么。注为此，他将他的两个孩子放在一个牧羊人的牧场中抚养，这位牧羊人被禁止说话。正如故事发展的那样，有一天，孩子们向牧羊人说了第一句话，用古老的弗里吉亚语中的“面包”一词（“bekos”，如果你想了解的话）向牧羊人要面包。因此，埃及人总结认为，弗里吉亚语是世界上最古老的语言。

希罗多德讲了一个令人信服的故事，但现实世界提供了许多让人心碎的例子，告诉我们一个在没有语言的环境下成长的孩子身上会发生什么。注这样的孩子通常很难学会流利地讲任何人类语言，尽管他们天生有学习任何语言的潜力。如果人类的大脑未能在发育的早期阶段暴露在语言环境之下，那么它的发育将会受阻，使其在长大成人之后再学习语言变得即便不是不可能的，也是非常困难的。

这对人脑的进化意味着什么？语言学家和认知科学家史蒂文·平克（Steven Pinker）认为，人类大脑中最专门化的思维模式，如处理语言的思维模式，在自然选择下面临最大的进化压力。注在个体之间传达复杂思想的能力对于早期智人来说一定非常有用。因此，自然选择倾向于语言能力，并不是一件奇怪的事。一个孩子不需要像密码学专家一样从头开始解码一种语言，人类的大脑会发展出学会理解语境线索的能力，并且几乎自动地与其他使用该语言的人进行互动，从而快速地学习语法规则，这当然得在孩子的大脑的可塑性变差之前。（你有没有试过作为一个成年人学习一种新的语言？）

平克关于掌握语言的进化和我们在第3章讨论的基于恐惧学习的实验是相似的。进化能让人类在仓促间用不同方法学会重要的概念。但进化能告诉我们更多关于人类智慧的东西吗？

---

1. For much of the following discussion I am indebted to Georg Striedter’s work(2005;2006).
2. 1夸脱≈946毫升。——编者注

3. Tattersall (1998,136–140).
4. Falk (1990).
5. Leonard and Robertson (1994).
6. Talbot (2012).
7. Tattersall (2010).
8. West-Eberhard (2003,51–55).
9. Herodotus 2.2,(1987,131–132).
10. See,for example,Rymer (1993).
11. Pinker (1991;1994).

进化的啄食顺序

我们在第3章和第4章中讨论过的在鼠、猴子和其他动物上做的神经学实验，都基于如下基本假设，即在进化意义上相近的物种间，相似的大脑结构以相似的方式工作。关于神经系统总体上如何工作，尽管一只章鱼的大脑可以告诉我们一些有意思的事情，但它和我们人类的情况毕竟不直接相关，这只是因为章鱼和我们的血缘关系远不如鼠和猴子与我们的关系近。

我们可以在这一系列的进化推理上更进一步。我们已经看到，并不是所有的神经元都以相同的方式被创造出来。大脑中的某些部分存在于智人之外的许多其他物种中。我们可以利用进化的观点来假设，在许多不同的物种中发现了相同的部分必须存在于这些物种的最近的共同祖先中。神经系统的基本单位——神经元，在动物王国的许多地方都能被发现，从章鱼、海蜇这样的软体动物到昆虫和其他节肢动物，以及所有从最原始的鱼类到我们自己都包括在内的脊椎动物。由于这种共同点，我们可以得出结论：神经元的进化可以追溯到非常原始的过去，直到这些物种分化出不同的进化路径。但是像镜像神经元那样的特殊结构——它在同情他人的行为时自动地“亮灯”——仅在与我们相对较亲密的表亲，即灵长类动物身上才发现，并且据我们所知，在动物界的其他地方都没有它的踪影。因此，通过进化推理，镜像神经元一定在最近才进化出来，并且是灵长类动物的一项特殊的创新。

因此，进化使我们能够看到我们的行为如何随着时间发展。例如，与恐惧有关的神经结构似乎有数亿年的历史。在第3章中，我们看到，有条件的基于恐惧的学习比其他形式的学习要快得多，几乎是永久性的，并且可以在各种各样的物种中找到。在所有哺乳动物中，肾上腺素导致的“战或逃”反应都是本能的。进化生物学家会将恐惧情绪称为哺乳

动物的“基础”情感，并且可能将其起源划入更早的进化时代。（流行科学有时将我们的恐惧反应归咎于“蜥蜴脑”，但这个短语指向了一个过时了的大脑进化模型。正如我们所看到的那样，科学是一个永无止境的改进过程。）事实上，英国神经科学家埃德蒙·罗尔斯（Edmund Rolls）表明了情感为动物界的奖惩制度提供了基础。[注]情感是一种进化适应，它提高了动物从过去的经验和环境中学习的效率，为一些动物提供了超过其他动物的选择优势。

进化也让我们理解了为什么我们的行为是现在这样的。大脑中的每一个特定的部分也许可以被看作增加个体在环境中的生存概率而设计的进化适应的结果。许多物种所共有的部分很可能是生存所必需的。由于恐惧神经和恐惧行为在进化意义上的许多物种中都存在，这种感到恐惧的能力一定是对生存非常关键的。

虽然SM这位无法感到恐惧的女性在严格的达尔文语境下，在进化意义上是成功的：她有携带了她的基因的后代，但很显然的是，这一令人高兴的结果并非由她的生存环境所导致，而是一个例外。从进化的角度上说，像恐惧这样的强烈情绪一直以来都是动物，甚至包括人类，在危险环境中提高效率的有力工具。如果我们让SM离开她居住的城镇，离开业已工业化、文明化的环境，将她放到非洲草原的中央，她生存下来的概率以及她成功繁殖并将基因传至后代的可能性将会明显下降。

进化甚至可以解释我们的行为如何相互作用。想想杏仁核是如何抑制更高层次的脑功能的，例如，看看这句表达“他的头脑被恐惧的阴云覆盖”。这显然是不理性的行为，但从进化的立场上看它相当合理。像恐惧这样的强烈情绪是生存下去的强大武器，千百万代生命在充满敌意的自然环境中被进化所选择。我们最近才发展出来的像语言和逻辑推断这样的认知功能会被抑制，直到我们感受到的生存威胁消失，也就是说，直到我们的情绪反应消退为止。这种恐惧反应的普遍性意味着恐惧在过去的环境中是如此有用，以至于它已经演变成这样，即在充分的威

胁下它将会覆盖所有其他神经元的反应。

---

1. Rolls (1999;2013).

瑞典双胞胎和储蓄

经历了数百万年的进化，天性在我们的各种本能反应中扮演了重大角色，考虑到日常生活中人类行为的多样性，后天培养也必然是非常重要的。不管怎样，主观上我们感觉（而且是强烈地感觉）我们不只是生物决定论的产物，不只是大脑中一系列进化驱动和冲动的集合。然而，在这场天性对阵后天培养的大辩论中，进化看起来对后天培养的作用非常有限，如果我们看到“血红的牙齿和利爪”的天性在狮子身上所占的份额。事实上真的是这样吗？

有许多故事是关于在出生时就分开的同卵双胞胎之间的神秘的相似之处的，而事实证明这其中很多都是真的。詹姆斯·刘易斯（James Lewis）和詹姆斯·斯普林格（James Springer）的经典案例在1979年向公众公开。[注]他俩15岁的母亲在二战前不久就放弃了这对双胞胎儿子的抚养权，将他们寄养在不同的家庭。两兄弟在1979年2月9日重新团聚。他们相当惊讶地发现他们的生活十分相似。两人都是兼职副警长。两人都会机械制图和木工。两人都和名为琳达的女人结婚，并与她们离婚，和名为贝蒂的女人再婚。两人都在佛罗里达州的同一个横跨三条街区的海滨度假。两人都给他们的儿子起名为詹姆斯·艾伦。两人都拥有一条叫“玩具”的狗。这到底是怎么发生的？

双胞胎是某种对人类天性的自然实验的样本。经过对具有相同DNA的同卵双胞胎的行为的研究，并将其与异卵双胞胎——和其他的兄弟姐妹一样，他们或她们之间只有一半的相同DNA——或者和没有血缘关系但在同一家庭长大的兄弟姐妹比较，科学家可以分析哪些性格的组成成分是和基因有关的，哪些成分可能由相同的成长环境、境遇或教育导致。像詹姆斯·刘易斯和詹姆斯·斯普林格这样的例子，显示了甚至日常生活的细节都有可能由基因决定。这显然有悖于我们关于个性和自由意

志的概念。

在美国，从1979年刘易斯和斯普林格的例子开始，双胞胎现象在明尼苏达大学（是的，坐落在双子城[注]）被密切地研究。在多年的研究中，明尼苏达双胞胎和家庭研究中心已经研究了近一万例参与者。该中心的研究以及其他类似的研究，发现相同的教育无法有力地解释双胞胎之间在学术成就、幸福感和性格类型上的相似之处，也无法解释在人格障碍、药物滥用和抑郁方面的相似之处。那么推测来说，这些相似之处是由相同的遗传基因决定的——正如谚语所说，是天性，而不是后天培养。

然而，将先天遗传和后天培养对立起来过于简化了。个体的基因在一生中都和他或她所处的环境相互作用。有时候，和环境相比，基因对个人的影响非常强烈。例如，一个有血友病的人无法产生能凝结血液的血小板，这和环境无关。而另一些时候，无论个体的基因为何，环境的影响都更为强烈。例如，甚至对行为生物决定论最狂热的信徒也不会认为，一个人文身与否存在遗传因素的影响。这显然是文化的作用，而文化是环境的一部分。

大部分的人类行为似乎在先天遗传与后天培养之间产生。我们的基因可能使我们预先有着某种类型的行为倾向，但我们的环境可能会阻止这些基因影响我们。2003年的一项著名研究探讨了有遗传抑郁症倾向的人的基因与环境相互作用的本质。[注]心理学家阿夫沙洛姆·卡斯皮（Avshalom Caspi）和特里·莫菲特（Terrie Moffitt）研究了1037名新西兰居民，这些居民全部出生在同一年，3—26岁定期接受检查。这项检查是达尼丁多学科健康与发展研究的一部分，该研究是医学和社会科学领域的前沿纵向研究之一。研究人员研究了一段涉及神经递质血清素的摄入的基因的调节区的变体，其理由是根据目前的理论，血清素的调控与抑郁症有关。该区域的长度决定了有多少血清素转运蛋白被制造，短变体比长变体有效。这些居民的一部分成员有两个长变体，一部分有两

个短变体，一部分长短变体各有一个。

卡斯皮、莫菲特和他们的团队针对这些新西兰居民展开了研究，并记录了后者在21—26岁经历过的压力情境的数量，这其中包括工作、住房、健康、经济和人际关系的状况。压力情境出现过的数量和基因变体之间没有相关性。然而，在将抑郁、产生自杀念头和尝试自杀的频率制成表后，卡斯皮和莫菲特发现其他条件相同时，有短变体的人群相比于只有长变体的人群，在压力情境后更可能体验到抑郁的症状。另一方面，那些未曾经历过压力情境的人群都有相似的低抑郁率，不论他们有哪种基因变体。

最终我们看到，在人类的总体行为中，存在着复杂的基因与环境的相互作用。如果没有压力情境，这些年轻的新西兰居民将很难经历抑郁的症状，无论他们携带何种基因变体。只有在一个有压力的环境中，短变体才能发挥其负面作用。

包括金融行为在内的许多其他形式的人类行为有着明显的基因或遗传成分。最近的研究显示，像我们在第3章看到的规避风险和冒险这样的经济行为，在一定程度上是可遗传的。但这种影响只能以间接的方式来衡量。那么它们对金融决策有直接的影响吗？令人惊讶的是，还真的有。

瑞典双胞胎资料登记库是世界上最大的双胞胎数据库，它储存了超过3.7万对双胞胎的信息。与此同时，直到2006年，瑞典仍然不同寻常地要求居民个人上报其完整的财务报告。这两个数据库的结合让三名金融经济学家——阿米尔·巴尔内亚（Amir Barnea）、亨里克·克龙奎斯特（Henrik Cronqvist）和斯蒂芬·西格尔（Stephan Siegel）——得以分析同卵双胞胎在金融投资组合上的相对差异，这些双胞胎有着相同的DNA。他们也对异卵双胞胎作了相同的分析，这些双胞胎之间的血缘关系和非双胞胎兄弟姐妹之间类似。[注]他们观察了资产中现金、债券和固

定收益资产、直接股权、通过基金持有的间接股权，以及其他诸如权益、可转换公司债券和认股权证之类的金融资产所占的比例。巴尔内亚、克龙奎斯特和西格尔的发现是值得关注的。通过对异卵双胞胎和同卵双胞胎的行为的比较，他们发现，他们观测到的双胞胎投资行为中1/3可由基因解释，包括29%的股市参与、32%的股权和38%的投资组合波动率。

对于某些人而言，1/3的储蓄行为与基因有关听起来可能非常荒谬。投资行为怎么可能写在我们的DNA上呢？我们进化成现代人类的时刻肯定远在股市被发明出来之前。这用进化术语是可以解释的：我们的储蓄行为借助了某种早已在我们身上存在的行为，而这种行为在很早以前的进化环境中就已经产生了。

但想想另一种解释：我们2/3的储蓄行为和基因无关。事实上，行为是同时受遗传和环境影响的功能。我们大部分的储蓄行为是环境、文化、教育、公共政策和逻辑思考的结果。我们的基因可能引导我们寻求或规避风险，但它只能解释我们的一部分偏好。

---

1. Rawson (1979).
2. 双子城，指明尼苏达州分跨密西西比河两岸的明尼阿波利斯市与圣保罗市。由于两市相连，因此又被称为明尼阿波利斯–圣保罗都市区。——译者注
3. Caspi et al.(2003).
4. Barnea et al.(2010).

以思维的速度进化

在进化难题中，为解释智人和理性经济人的兴起及其持续的霸主地位，我们还需要拼图的最后一块，即进化是如何作用于我们的认知过程的，也就是人类思想是如何进化的。前额皮质是神经体系的重要部分，从进化的角度上看，它一眨眼的工夫就让人类控制了整个世界，并且让人类几乎在地球的所有环境中繁衍生息。但前额皮质究竟做了什么，才能把人类和地球上其他生命区别开来？

进化生物学家曾经认为有意识地使用工具是人类智慧的独特标志。然而，后来的动物行为研究者发现了许多动物使用工具的例子，其中不仅包括我们的灵长类近亲，还包括其他哺乳动物和鸟类，令人惊讶的是还包括章鱼。甚至没有任何四肢的宽吻海豚也会使用工具，它们能够把海绵条撕成条状，并将其包裹在自己的嘴上，以此在海底寻找鱼类。(注)我们使用工具的能力在动物王国中远非独有。

有一些人类学家曾经提出这样的理论：语言让人类独一无二。但尽管没有任何动物成功学会了人类的语言，却有足够的例子显示动物个体能够有意识地使用人类语言的一部分：例如，名为“坝齐”的能使用工具的倭黑猩猩，可以用特制的键盘进行交流；又如，名为“亚历克斯”的非洲灰鹦鹉，认识100多个英语单词。这些例子充分表明，用语言画一条人类与这些动物之间的分隔线是有问题的。与之相似，我们可以观测到某些物种能将特定的群体行为从这一代传递给下一代。看起来人类沙文主义者不会把这种行为称作“文化”。

到底是什么把我们和国家动物园的红毛猩猩区别开的呢？在最终的分析中，答案是能提出这个问题的能力。人类创造复杂情境的能力、大量纯粹虚构的想象，是我们发育出的最重要的进化优势，而这看起来是

独一无二的。

作为一个物种，人类已经取得了难以置信的成功。图5.1显示了对数坐标下，从公元前10000年到现在世界人口数量的估计值。注这张图上显示了过去12000年间人口增长存在4个不同的时期：从公元前10000年到公元前4000年的石器时代，人口较慢增长；从青铜时代的约公元前4000年到19世纪，人口缓慢增长；自从工业革命以来，人口更快增长，我们进入了工业时代；以及在20世纪迎来的最快的人口增长，它可以被称为“数字时代”。在1900年，世界人口的总量估计约为15亿，最近的人口总量估计将这一数字推高到了超过74亿。在一个世纪的时间内，这颗星球上智人的总数增加了3倍多。

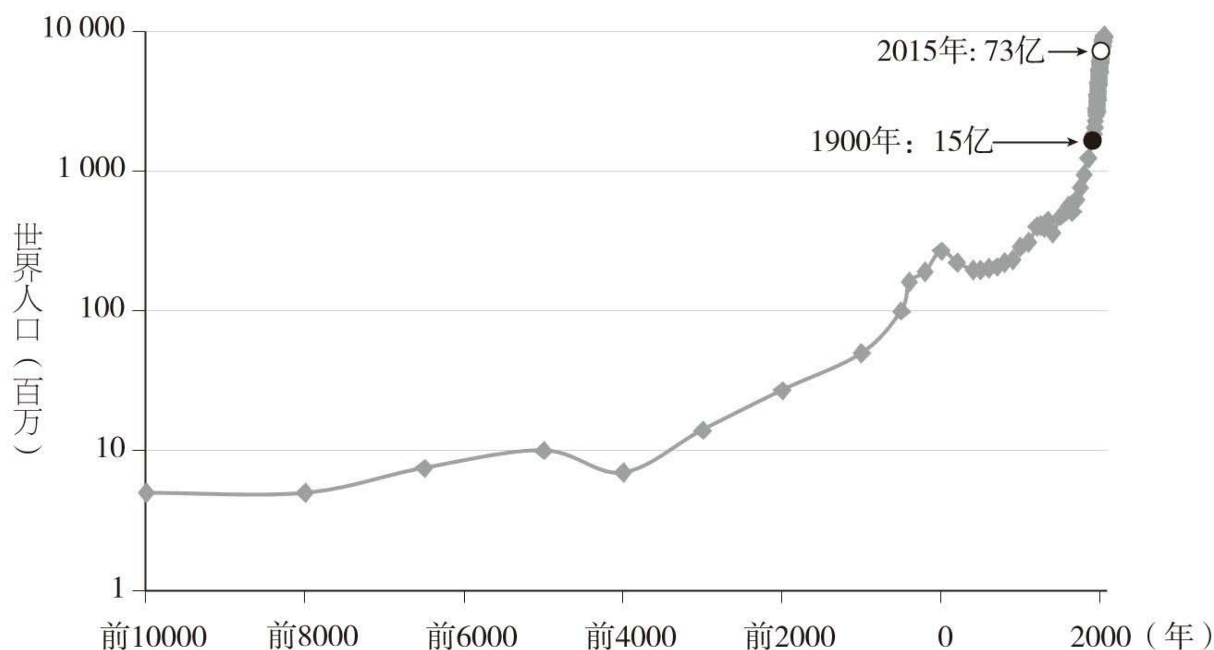


图5.1 公元前10000—公元2011年预估世界人口对数图（2011年之后的数值是预估的）

来源：U.S.Census Bureau （International Data Base） and author’s calculation

这一人口的急剧增长并非偶然。这是技术进步的直接结果，这一进步使我们能够操纵我们的环境来满足并最终超出我们的需求。农业、医

疗、制造业、交通运输和信息，以及（没错，的确包括）金融技术的进步，都促成了人类非凡的繁衍成就，但如果没有想象和计划的能力，这些技术永远不会被发明出来。

前额皮质是如何让我们完成这些精神层面活动的仍然是一个谜。它可能只是规模增加的结果。按照杰夫·霍金斯的观点，智力是早期人类神经皮质增加引发的记忆和预测能力提升的直接结果。根据霍金斯所说，“通过向某个通用的皮质算法增加许多新的元素，我们就获得了智慧”，这就像通过添加越来越多的重复的服务器来提升网络的处理能力一样。[注]在霍金斯的理论中，越来越多的连接出现在神经皮质和负责身体运动的神经元之间，伴随着这一过程，智力开始出现。这些新的连接使得早期的人类祖先能够针对预测采取行动，从而体现出选择性优势。在这一点上，前额皮质的预测能力可以用于产生新的行为，以及为了有益于我们的繁衍而操纵环境，这很可能正是人类进化史上发生的一切。

进化造就了我们的大脑，而我们的大脑产生了思想。然而，即使是在思想领域，进化仍然可以发挥作用。进化被广泛地定义为可以复制到下一代的种群特征的改变，如果你还记得的话。但是，思想也可以从一个人复制到另一个人，即便“思想”只是一个抽象概念。思想可以在传播过程中发生变化，并且可能与某些精神环境和谐同存，而与另一些精神环境水火不容。简而言之，使达尔文进化论适用于生物的所有条件也适用于思想，但只有一点不同：我们可以在我们的大脑中用思想模型来测试思想，如果发现它们是贫乏的，我们还可以重塑思想。这仍然是一种进化的形式，但它是以思维的速度进化的。

正是因为我们能把进化应用在思想上，抽象和语言才对人类的成功如此重要。它们允许单一个体构想出复杂的思想，然后在人与人之间传输它们，并由此提升它们。合作行为在动物世界中远不是未知事物，但人类大脑形成思想和交流思想的能力允许我们的物种以进化意义上前所未有的规模组织自己的行为。想象一个像沃尔玛那样的跨国公司——这

家零售商有230万名雇员，有2.6亿名顾客，在28个国家有库存，在2016年有4820亿美元的收入——而它实现的这一切都是以思维的速度进化的。

尽管“使用工具”已不再被认为是人类独有的特质，人类仍然拥有地球上无可比拟的最好的工具。我们可以从技术的历史中看到思想的进化。首先，在石器时代，技术进步是非常缓慢的——这不是因为我们天生智力的缺陷，而是人类族群在地球上很稀少，并且互相隔离。思想只有很少的机会能接触新的精神环境，那个时代的文化在现代标准下显得非常因循守旧。

随着人口的缓慢增长，思想开始接触新的精神环境。人们开始变得更加富有革新精神，并且喜好竞争。一个巧合的发现让一些文化将石制工具换成了金属工具——但正如路易·巴斯德（Louis Pasteur）曾说的那样，机会只眷顾那些有准备的人。写作、文学和出版社的出现允许思想流向数以百万计的不同的精神环境，每个人都成为思想有用性的试验台。在工业革命的早期，可能只有数千人真正理解詹姆斯·瓦特（James Watt）蒸汽机的作用。今天，有数百万的人定期思考如何提高技术水平，这些人相互交流，并且相互竞争。有如此之多的积极思考的心灵和精神环境思考着，无怪乎现代技术进步从未有停止的迹象。

当然，并不是所有的思想都能经受住时间的考验。思想的历史中充满了进化意义上的独头巷道[注]和死胡同。一个是被称作“震颤派”的教派。该教派由18世纪一名有感召力的先知安·李（Ann Lee）在英国创建起来。随后，它迁移到了美国，最初在纽约安顿下来，然后逐渐扩散到整个东海岸，最远向西扩散到了印第安纳州。该教派专注于纯洁性，因而逐渐因家具的简洁设计，草药的有效性，以及食物、音乐的简洁性而闻名。然而，震颤派在今天几乎已经销声匿迹，这仅仅由于一个简单的理由：教母安·李期望她的追随者终生保持独身。震颤派只能通过改变他人信仰或领养孩子来扩张人数。于是，只有极少的追随者留了下来，

最终震颤派消失得几乎像渡渡鸟一样彻底。

但震颤派的审美观保留了下来，而除非人类技术取得重大突破，渡渡鸟几乎不可能重新获得在地球上行走的机会了。如果有足够多的人觉得震颤派的教义有吸引力，这一教派完全可以重建。和达尔文进化不同，以思维的速度进行的进化可以将许多不同来源的思想组合在一起，无论它们是过去的思想还是现在的思想，也无论它们是仍然活跃还是已经沉寂。

一个与故事的演变更为相关的例子是决策疲劳现象，这一现象是最近在主要针对以色列囚犯的假释听证会上，戏剧性地被记录下来的。[注]主持听证会的这些法官平均有20年以上的工作经验，他们每天听取14~25例案件，处理以色列监狱40%的假释请求。法官们每天都有两次休息时间，这使得听证会在一天中被分为三个不同的部分。三位来自商学院的研究者——沙伊·丹齐格（Shai Danziger）、乔纳森·勒瓦夫（Jonathan Levav）和李奥拉·阿夫南–佩索（Liora Avnaim–Pesso）——在这些听证会上发现了一个惊人的模式：法官在听证会开始时的65%的时间内做出有利于囚犯的假释决定，但这个百分比将逐渐系统性地下降，到这一部分听证会结束时下降至接近零。在用餐时间——一个三明治和一片水果构成的上午加餐，以及午饭休息时间——之后，法官们重新振作精神，准备继续复杂的审议，于是这又造成下一部分的听证会开始时的假释率变得相当高。

这表明，即便对于有丰富经验的法官来说，复杂的决策仍然在精神上是十分费力的。随着听证会的逐渐进行，法官们越来越倾向于避免做出复杂的决策，从而直接拒绝假释。在用餐时间后假释率提升这一事实，与最近一项关于葡萄糖能逆转决策疲劳现象的研究结果相吻合。[注]显然，这很可能和那句古老的格言也有些关系：“你永远不应该在空腹时谈判。”

然而，在这项研究2011年发表之后6个月，以色列司法系统专家克伦·温歇尔–马格尔（Keren Weinshall–Margel）和约翰·夏普德（John Shapard）在同一期刊上发表了一篇文章，提出了一项更简单也更令人信服的解释：法庭判例的顺序不是随机的。注事实上，以色列假释审查委员通常将这些判例按监狱分组，然后尝试着在用餐休息之前完成某个监狱的所有判例，并在用餐后处理下一个监狱的判例。在听证会的每个部分，没有法律代理人的犯人通常被排到靠后的位置。这是一个明显的现象，因为有一名律师相比于没有法律代理人而言有显著的优势——没有法律代理人的犯人在所有判例中占1/3，但只有其中15%得到假释，而那些有律师的犯人有35%成功获得假释。这一简单的事实足以解释假释批准数量的下降趋势，即便不考虑食物摄入的影响。这对决策疲劳假说是沉重的打击。

故事并没有到此结束。丹齐格、勒瓦夫和阿夫南–佩索辩驳了针对他们的反驳。注他们重新做了整套分析，而这一次，他们考虑了是否有法律代理人。他们发现，尽管有法律代理人的确提高了假释的机会，用餐休息仍然对假释率有显著的促进作用。而且，在数据集中的情况下，同一监狱的犯人在休息前和休息后都有出现，因而按监狱分组本身也不能解释假释率的下降趋势。丹齐格及其合作者在结论中感谢了批评者提出的这些问题，因而督促了他们进行更深一步的分析来加强原先的结论。目前为止，决策疲劳的确存在，敬请保持关注。

对于一个非学术界人士而言，这类反复的辩驳可能显得极其无聊且令人困惑——拜托，我们只是想要一个答案而已——但这种想法忽略了一点：是不断进行的思想交换最终带我们走向答案，而这也是一个进化过程。自然选择适用于基因，也适用于故事。事实上，是科学方法，以及学术机构的回报机制，制造出了允许智人征服我们所有的自然捕食者、延长我们的寿命，并主宰了这颗星球和月球上所有自然环境的伟大发现和科技。

有了过往的经验和成熟（以及终身教职的安全性），克雷格·麦金利和我现在认识到，我们第一次在NBER会议上受到的严厉批评是这种进化过程的一部分。我们挑战了一个根基深厚的理论（随机游走假说），而我们的挑战反过来被学术声望极高的一位前辈所挑战。我们采取更深一步研究的方式来确认和支持我们的发现——每一步都经过了论文发表审查过程的严格审查——于是最终引向了一种对股市行为的新认识。如果在这个过程当中的任意一点颠覆了我们的实证结果，那么这将给随机游走假说提供更多的支持，于是你也不会读到这本书，因为它不会被写出来（至少不是被我写出来）。

就像在自然界中一样，思想的进化不会播放熟悉的音乐。在整个过程中，每一个参与者——研究者、讨论者、期刊编辑和审稿人——都被赋予了许多揭露真相的激励，要么通过对新的真相的发现，要么通过对未必是真相的旧有真相的挑战。而这一过程从不停止。至少它不应当停止，因为只要它一停止，我们就停止了学习。对于某个相信自己已经知道答案的人，不会有任何希望进一步获得启迪。即使是爱因斯坦一个世纪前提出的、被广泛接受的广义相对论，仍然在今天被进一步检验，并且显然它仍然符合要求，至少目前为止是这样。

这看起来可能像是一个颠三倒四的过程，但在学术的疯狂中的确有法可循。思想的进化，以及伴随着的思维的发展速度，是将我们和其他物种区别开来，并允许我们得以主宰世界的核心。

---

1. Krützen et al.(2005).

2. 世界人口数据来源于美国人口普查局的国际数据库，美国人口普查局报告的人口规模估值涵盖了从公元前10000年—公元1950年的漫长时间区间，当然其中有一些或高或低的偏差。根据已有的数据，我将所有估计量取平均得到一个新估计值。从1951年开始一直到2011年，美国人口普查局每年都公布一个自己的估计值，具体参见https://www.census.gov/population/international/data/idb/informationGateway.php。

3. Hawkins and Blakeslee (2004,99).

4. 独头巷道，特指在道路尽头有一个允许车辆掉头的圆形结构的死胡同。——译者注

5. Danziger,Levav,and Avnaim-Pesso (2011a).
6. Tierney (2011).
7. Weinshall-Margel and Shapard (2011).
8. Danziger,Levav,and Avnaim-Pesso (2011b).

社会生物学与进化心理学

每个物种都有独特的，由突变、竞争和自然选择所塑造的应对环境改变的措施。许多进化生物学家提出了强大的理论模型来解释动物如何应对这些挑战。然而，这些模型并没有把世界描绘成“自然选择是血红的牙齿和利爪”，而是解释了许多物种中个体之间的许多违反直觉的行为，包括利他主义、合作、互惠和自我牺牲，其中包括人类。

为什么这些行为在进化意义上是违反直觉的？因为它们都有一个共同点：乍一看，它们似乎都对个体繁衍缺乏助益。事实上，一些行为，如自我牺牲，对于个体生存来说是完全不利的。如果进化取决于个体的繁殖成功与否，为什么一个个体会以自己的利益为代价帮助另一个体获得生殖成功？

20世纪50年代，英国人口遗传学家J.B.S.霍尔丹（J.B.S.Haldane）已经接近于解决这个难题了。当时在一家伦敦的酒吧中，他向他的学生们宣布他“会为2个兄弟或8个堂兄弟或表兄弟放弃自己的生命”。[注]这一脱口而出的评论的核心是一个深刻的遗传真理：霍尔丹的兄弟在基因上有50%与霍尔丹相同的血统；同样地，霍尔丹的堂兄弟或表兄弟有12.5%的基因与霍尔丹相同。从繁殖学上说，霍尔丹相当于2个兄弟或8个堂兄弟或表兄弟。因此，通过自然选择的逻辑，霍尔丹对他的2个兄弟（或8个堂兄弟或表兄弟）的利他主义的牺牲是一个进化意义上公平的交易。

尽管这些思想显然已在人口遗传学家中散播开来，但直到1964年，英国进化生物学家W.D.汉密尔顿（W.D.Hamilton）的开创性工作的出版才提供了清晰的数学陈述。在两篇经典的论文中[注]，汉密尔顿向我们展示在何种情形下，一个个体将会准备为其他个体牺牲自己：如果他们之间的亲缘度大于繁殖意义上的成本–收益比的话，个体将更容易无私帮

助别人。一个非常近的近亲可以期望来自另一人的利他行为，即使繁殖意义上的获益相对较低，或另一方的成本相对较高。但是一个陌生人可能根本不会是任何利他行为的受益者，即使其可能的获益非常高，或对方的成本非常低。英国人口遗传学家约翰·梅纳德·史密斯（John Maynard Smith）很快将这种近亲之间的优先生存倾向称为“亲缘选择”。

汉密尔顿立即注意到，亲缘选择的理论将解决包括蚂蚁和蜜蜂在内的社会性昆虫的长期谜团。在这些昆虫中，由于其不同寻常的性别决定方式，母亲与女儿的遗传相关程度为50%，但姐妹之间的遗传相关程度为75%。对一只雌性蚂蚁而言，“姐姐”在字面上比“女儿”更亲密（尽管我们人类自然地持有母亲和女儿更亲密的偏见）。这样看来，以下事实就不那么令人惊讶了：进化不仅会让蚂蚁为自己的姐妹牺牲自己，而且甚至会自愿让自己不育，因为这样一个姐妹比任何潜在的女儿都要更亲近。

汉密尔顿对社会行为进化的遗传意义上的洞见，是正在快速移动着的冰山的一角。在短短的几年内，许多理论家增加了他们对其他社会行为的进化解释，包括相互利他主义[注]、性选择和父母对孩子的投资（以及两者之间的联系）[注]，以及进化稳定策略中的重要的博弈论概念。[注]虽然对社会行为的生物进化研究有很多命名，但有些人开始将这一初生的研究领域称为社会生物学。

这一智力发酵过程的最重要和广受争议的理论家之一是爱德华·威尔逊（Edward O.Wilson）。威尔逊早前已经是一位知名的昆虫学家，1965年在从波士顿到迈阿密的火车上阅读汉密尔顿的文章之后，他完全转向了汉密尔顿的新的社会生物学思维模式。[注]威尔逊立即看到汉密尔顿的想法对社会性昆虫，特别是对蚂蚁的适用性。受到启发的他决定在接下来的几年里，以汉密尔顿的想法作为基本框架，为社会性昆虫撰写一本综合性巨著。他的书《昆虫的社会》（*The Insect Societies*）于1971年出版。

威尔逊决定把自己的目标定得更高一些。“我的野心再一次像苯丙胺兴奋剂一样唤醒了我，”他在他的回忆录《大自然的猎人》（*Naturalist*）中讲述道，“我告诉自己：向前，全力以赴。按照人口生物学的原理组织起整个社会生物学。”令人难以置信的是，威尔逊能够在3年时间内吸收关于社会行为进化的大部分已知材料，同时还在开展一项研究计划，并且履行其在哈佛大学的教授职务。(注)

威尔逊的《社会生物学：新的综合》（*Sociobiology:The New Synthesis*）在1975年夏天出版。威尔逊有意这样组织他的作品，以使得该书以关于人类的社会生物学的一章结尾。“我毫不犹豫地将智人引入书中，因为不这么做将使得生物学的一个重大部分被忽略。通过反向延伸，我相信生物学总有一天会成为社会科学的基础。”他之后写道。(注)

对于威尔逊来说，不幸的是，社会生物学很快成为社会科学界的一个极端性的工作。对于许多学者来说，威尔逊的思想虽然可以接受，足以描述动物行为的进化基础，但是当应用于人类时却带有生物决定论的味道。社会科学刚刚完成了对19世纪后期的生物决定论的清理门户工作，而这一过程持续了一代人的时间。这些生物决定论通常就其写作时的标准而言，是意识形态驱动的垃圾科学，但其中大部分具有巨大的政治影响力。在美国，生物和遗传决定论的理论有助于支持种族歧视、移民配额，以及也许是最令人不安的优生运动。今天不太为人所知的这项运动，试图用政治权力，通过非自愿消灭的方式，淘汰种群基因库中的“有缺陷”的个体。美国的许多州都通过了对包括穷人、犯人和智障人士在内的“不适应者”予以清除的法规。虽然这些法律对于现代人而言侵犯人权、极端违法，但在过去的几十年内连最高法院都坚持这些法律。正如时任首席大法官奥利佛·温德尔·霍姆斯（Oliver Wendell Holmes）在1927年臭名昭著的“巴克诉贝尔案”中，对弗吉尼亚州的法律表示赞成时所说：“如果社会可以防止那些明显不适应社会的人延续下去，而不是等着因犯罪处决他们那退化了的后代，或是让他们因为蠢笨而忍饥挨饿，那么这对整个世界都是更好的选择……三代人的蠢笨就已经足够

了。”[注]在这个趋势中，美国并非“一枝独秀”。在欧洲，对生物科学概念的滥用更加恶化，这导致了纳粹意识形态的兴起和恐怖的大屠杀的发生。毫无疑问，许多社会科学家对任何带有遗传决定论味道的理论都采取了“先斩后奏”的做法。

威尔逊在自己的系里也面临着挑战。威尔逊推荐加入哈佛大学的生物学家理查德·莱旺顿（Richard Lewontin）本身不仅是一名权威的人口遗传学家，也是一位致力于左翼运动的活动家，他成为社会生物学最强大的反对者之一。莱旺顿在社会生物学上看到了与自己的整体、辩证的世界观相悖的还原论和决定论。很快，马克思主义者、数学生物学家理查德·莱文斯（Richard Levins）和如今以出色的科普文章闻名的后期进化理论家斯蒂芬·杰·古尔德（Stephen Jay Gould）也加入了莱旺顿的阵营。[注]

莱旺顿成立了社会生物学研究小组以反对威尔逊的观点，该小组定期在莱旺顿的办公室里碰面，而他的办公室就在威尔逊的办公室旁边。该小组向《纽约书评》（*New York Review of Books*）发了一封控告信，迅速将社会生物学的争论引向了国家舞台。该杂志在当时和现在一样，是美国知识分子的核心刊物之一。该信总结说：“从过去我们已经看到了这些理论的社会和政治影响力，我们强烈地认为应该公开反对他们。我们必须认真对待‘社会生物学’，这不是因为我们觉得它为对人类行为的讨论提供了科学依据，而是因为它更像是一次新的生物决定理论浪潮的开端。”[注]

这群人反对社会生物学并非基于简单的政治党派上的原因。威尔逊在社会生物学辩论中的盟友罗伯特·特里弗斯（Robert Trivers）本人就是黑豹党人[注]。威尔逊认为，他与莱旺顿、莱文斯、古尔德和该集团的其他成员之间的差异来自马克思主义的哲学传统，这种哲学的前提对威尔逊来说是完全陌生的，于是他开始学习。[注]特里弗斯详细叙述了他与威尔逊对这些反对意见的讨论：“有时我们会开玩笑说，想象当革命真的

来到美国时会发生什么。我认为我们两人都会同意理查德·莱旺顿将会在革命之后很快被枪杀，理查德·莱文斯会扣动扳机，但是斯蒂芬·杰·古尔德肯定会活下来。他适应任何职位、滔滔不绝地说出全力支持的废话的能力是现象级的，使他能够在几乎任何一个社会中很好地当一个中层官僚。”[注]显然，某些辩论的参与者之间已经势同水火。

和同一时间卡内基–梅隆大学的赫伯特·西蒙和理性预期革命的追随者之间发生的戏剧性故事不同，不论是威尔逊的社会生物学概念，还是莱旺顿的强烈反击最终都没能统治他们自己的领域。威尔逊、特里弗斯、梅纳德·史密斯、汉密尔顿和其他许多人的丰富理论成果是不容忽视的，但是在当时的学术气氛下，辩论的任何一方的政治影响也不可能被忽略。结果，在社会学领域中，很有趣的事情发生了。适用于非人类物种的社会生物学概念在进化生物学的辖区内仍然存在，它们同样尝试解释人类起源的不同方面（尽管在那里，它们经常受到批评）。然而，将社会生物学概念应用于现代人类社会的尝试从进化生物学转移到了社会科学中，在那里它们占领了如心理学、语言学和认知科学等领域。从进化心理学的兴起中，我们可以最清楚地看到这一点。

进化心理学开始于心理学家莱达·科斯米德斯（Leda Cosmides）和人类学家约翰·托比（John Tooby）在20世纪80年代中期对威尔逊的社会生物学概念的直接回应。他们假设人类心理学在整个进化过程中被自然选择所塑造。然而，人类心理将自己适应于解决进化意义上过去的问题，而不一定是当代的、现在的问题。在科斯米德斯和托比的观点中，许多社会生物学的解释通常在生物与文化之间假定一个更紧密的联系，却忽略了这一点，往往“只寻找进化理论和现代表现行为之间的关系”。[注]一个好的进化心理学理论必须建立在人类的进化历史的基础上。

科斯米德斯和托比假定人类的普遍行为是过去数千代人进化出来的大脑中许多模块化程序的输出。今天表现出来的任何特定的、文化上的行为可能只是信号中的噪音。此外，仅仅由于某种行为在遥远的过去能

够适应环境，并不意味着到了现在该行为仍然能够适应。正如科斯米德斯和托比所言：“尽管我们进化出的程序所产生的行为，就平均而言，在我们祖先的环境中是适应良好的（也就是能促进繁衍的），但是在现在，并不能保证它仍然是这样。”㊟

由于这种差异，进化心理学理论在解释问题时往往与社会生物学理论有不同的“风格”。粗略地总结说，社会生物学理论将试图用目前的生物适应性来解释社会现象，而进化心理学理论将尝试用过去的神经适应性来解释社会现象。这个方法最引人注目的例子之一就是史蒂文·平克的语言发展理论，我们在之前提到过它。㊟小孩从婴儿牙牙学语到学会说完整句子，并在此期间以惊人的速度用某种方式学会大部分语法规则，谁会为此感到惊奇呢？平克认为这是一个生物本能的例子。当沟通在人类进化过程中的某一点构成一个关键的选择性优势时，它就出现了。我们的大脑发育出在幼年时期能够快速的、无意识地学习一种语言的能力。事实上，存在着我们的心理是以此发育而来的基因证据。例如，人类FOXP2基因（一种控制语言能力发展的基因）的突变会导致非常特殊的语言障碍：影响句子构造的语言障碍。这使得携带该基因者说出的句子几乎无法被理解，但并不会影响他们的认知能力。㊟有许多生物学和神经生理学的证据支持平克对“语言本能”的见解。

不幸的是，进化心理学，与其近亲社会生物学一样（也和经济学一样）容易被滥用。对社会现象的科学解释被认为是滥用现象的证明，它和滥用现象一样令人厌恶。因此，这些领域中粗暴的、歪曲的、有偏见的，甚至是欺骗性的解释可能会用作对某种社会现象的支持。有些人提出了与其政治议程密切配合的进化心理学或社会生物学理论。虽然我们可能已经远离20世纪中优生学和人种理论被用来证明美国的大规模清洗和欧洲的大规模屠杀的正当性的时代，但我们绝对不应该忘记这些滥用科学的例子。

科斯米德斯和托比认为，一个精心构建的进化心理学理论，应当考

虑到在人类祖先的环境中的适应行为。问题在于，我们对远古更新世的人类行为并没有什么概念。虽然我们有很多来自古代的工具、露营地和化石的例子，但我们并没有口语的、社会互动的或文化的化石记录。因此，我们被迫从考古记录中对我们祖先的行为进行有根据的推测（或者有时是脑洞大开的猜想）。很可能的是，基因和基因组信息很快将帮助我们了解当时具体的适应性。但往往问题是：进化心理学中关于远古更新世的人类行为的推论基于研究者的主观臆造，而非任何有力的证据。

有的时候流行进化心理学也同样愚蠢。在最近的一个例子中，研究人员试图证明女性喜欢粉红色存在合理的进化基础。“因此这看起来是正确的：为了专门适应采集工作，女性锻炼出了（人眼的）三色视觉，这加强了女性对比背景更‘红’的物品的偏好。作为一名采集者，女性还应比猎人对色彩信息更加敏感。这种能力的要求为我们发现的女性色彩偏好提供更强的确定性和稳定性。”[注]这一分析是存在问题的，正如在该文章在网络上引起病毒式传播之后许多时尚达人指出的那样，在于女性和粉红色之间的关联只能追溯到20世纪。在此之前，粉红色往往被认为是男性色彩。

---

1. Maynard Smith (1975).
2. Hamilton (1964a;1964b).
3. Trivers (1971).
4. Trivers (1972).
5. Maynard Smith (1982).
6. Wilson (1994,319–320).
7. Wilson (1994,322–323).
8. Wilson (1994,328).
9. Buck v.Bell,274 U.S.200,at 207.
10. Wilson (1994,336–347).
11. Sociobiology Study Group (1975).

12. 黑豹党，在1966年成立的美国左翼黑人运动和社会主义组织。该组织主要宗旨为促进美国黑人的民权，信奉马列主义。被学术界认为是20世纪60年代后期美国最有影响力的黑人运动团体。——译者注
13. Wilson (1994,340).
14. Trivers (2002,161).
15. Cosmides and Tooby (1987,303).
16. Tooby and Cosmides (2005,16–19).
17. Pinker (1994).
18. Lai et al.(2001).
19. Hurlbert and Ling (2007).

最富者生存吗

我们似乎绕了一个大弯，离开了金融市场的世界，走进了进化理论的丛林，但你的耐心会得到回报的。在下一章中，我们将看到这些想法在金融世界中具有特殊的迫切性。不管怎么说，现代金融市场与任何一片非洲大草原一样充满着竞争，而最成功的交易者所获得的巨大回报表明，自然选择已经在发挥作用，决定着理性经济人的精神、身体和行为的表现。第3章中金融交易员的精神生理学指标已经告诉我们，管理情绪对于做出良好的财务决策至关重要。金融专业人员及其策略可能会高度精确地适应于当前的金融环境，但是当环境发生变化时会如何呢？旧有的理性预期和有效市场假说对市场行为知之甚少，更不必说对市场动态变化的了解。

在下一章中，我们将看到进化的思想是如何在一个新的框架里解释和预测市场动态的一些谜团的。这个框架就是适应性市场假说。

第6章 适应性市场假说

一个理论击败另一个理论

我们都看到过这样的照片：人们聚集在陷入困境的银行门口，希望在银行破产之前把他们的存款取出来。这是一个国际现象：有时是在希腊，有时是在阿根廷，在更有年头的黑白照片中可能是在德国或美国。人群可能井然有序，但在其他时候，人们将会明显地表现出不安，甚至濒临诉诸暴力的边缘。之后的景象将会是骚乱、被点燃的ATM（自动柜员机）和被洗劫的银行。

经济学家称这种行为为“挤兑”。当许多银行同时被挤兑时，我们称之为“银行恐慌”。然而，如果一个毫无智人研究经验的外星生物学家看到了这一行为，他可能很难将挤兑的人群与一群鹅、一群瞪羚或跳羚区分开来。定性地看，他们有着相同的行为。两者都是对环境压力的适应，是自然选择的结果。事实上，经济学家在将该行为描述为“跑”[注]和“恐慌”时，无意识间认识到了其生物学本质。

从生物学的角度来看，理性经济人的局限性显而易见。神经科学和进化生物学都已经证实，理性预期和有效市场假说仅仅解释了整个人类行为的一部分。这一部分并非很小，也并非不重要：它提供了一种对许多金融市场和形势来说很不错的粗略估计，它不应该被忽视，但它仍然是不完整的。和所有人类的行为一样，市场行为是进化力量的结果。

事实上，对投资者而言，将有效市场假说作为任何商业决策的起点无疑是明智的。在开始创业之前，先自问一下为什么你的想法应该成功，以及为什么别人还没有做到这一点，这是一个宝贵的习惯，可以节省你大量的时间和金钱。但有效市场假说能做的也就只有这么多了。毕竟，一直都有人成功创业，所以市场事实上不可能完全有效，不是吗？否则肯定早已有人将同样的想法带入市场。这就是有效市场假说的反直

觉性所在。事实上，有许多经济理论证明了市场不可能是有效的：如果市场真的是有效的，没人会有任何理由交易他们的信息，在这种情况下由于没人感兴趣，市场将很快消失！[注]

因此，很容易在有效市场假说中找到漏洞。但是正如我们在第1章中所看到的那样，我们需要用一个理论来击败另一个理论，而行为金融学尚未提供一个清晰的替代方案。我们还探索了心理学、神经科学、进化生物学和人工智能的领域，但是正因为每一个领域都对于了解市场行为至关重要，所以没有一个领域能提供完整的解决方案。如果我们想要一个替代方案，我们将不得不看看别的地方。

1947年，一位谦虚的研究生种下了一个替代理论的萌芽，当时大部分的经济学家都认为他研究的课题是无关痛痒的而且是可以忽略的，这些思想最终被理性市场的虔诚信徒们逐出经济学的主流。在那年，赫伯特·亚历山大·西蒙（Herbert Alexander Simon）发表了他的博士学位论文《管理行为》（*Administrative Behavior*）。十分讽刺的是，其论文与保罗·萨缪尔森的博士论文《经济分析基础》正好同年发表。《管理行为》，这一对于古典经济学家而言很不引人注目的标题，在后来成为组织行为领域的“圣经”，并且像萨缪尔森的《经济分析基础》一样，直至今天仍不断被加印。

---

1. “挤兑”的英文为bank run，而run有“跑”的意思。——译者注
2. See Grossman and Stiglitz (1980).

西蒙表示满足

赫伯特·亚历山大·西蒙曾是经济学的局外人：他的主要专业背景并不是数学或物理学，而是我们今天所称的管理科学。作为一位移民到美国密尔沃基的德国工程师的儿子，脚踏实地的西蒙拿到了芝加哥大学的政治学博士学位，并且他是通过邮件完成的。他的博士论文研究了企业高管的现实决策过程，西蒙从中提炼出了人员管理理论、薪酬结构和企业战略的理论原则。它看起来像一份详细到令人难以置信的管理咨询底稿，因为它事实上就是一份管理咨询底稿。西蒙的思想改变了这一领域。

西蒙在职业生涯伊始就关注了经济理性的概念。他把利用有限资源追求组织目标的管理人员与古典经济学家所称的理性经济人进行了比较。西蒙声称，这两种人的行为都是理性的，但是管理人员的技能、价值观和知识都受到限制，这导致了他们的行为与理性经济人这种具备完美理性的经济物种不同。西蒙总结说，当其他条件相同时，一个人可能做出和另一个人不同的决策，仅仅是因为他们掌握的信息不同。(注)

西蒙成了一名学术新星。1949年，他被地处匹兹堡的卡内基理工学院（现在的卡内基–梅隆大学）聘请，在其新成立的工业管理研究所中担任工业管理系主任。凭借慷慨的薪水，工业管理研究所聘请到了大量天赋异禀的经济学家来提升其排名。在第1章中，我们看到了工业管理研究所关注的重点在当时与其他商学院多么不同。该院的管理人员引入了在二战期间有长足发展的、并因此被商学院的学术圈接纳的管理科学与运营研究技术。并且他们希望西蒙能够在传授“经济人”这种传统理论的同时，同时传授他的“管理人”理论。

西蒙对使用数学方法的经济学并无敌意，也不反对人类行为可以被

量化的想法。事实上，他精确地掌握了高等数学方法，以便他能够努力使得社会科学成为“硬科学”。西蒙兴致勃勃地跟进了保罗·萨缪尔森在经济领域的数学创新，并且做出了对该领域十分重要的且对技术要求很高的贡献。即使这样，工业管理研究所仍将成为两种对立观点的战场。

1952年，西蒙被邀请到兰德公司担任暑期顾问。在那里，丹尼尔·埃尔斯伯格提出了关于风险的悖论。西蒙相信，冷战游戏理论和新古典经济学所要求的完美理性的模型被严重误导了。经济学假设了西蒙所称的“经济人的普遍理性”，忽视了对人类决策过程的研究。西蒙宣称，个人在心理上并不具备理性经济人所要求的那种优化能力。“如果我们仔细研究‘古典’理性的概念，”西蒙写道，“我们会立即看到，他们对做出选择的生物体提出了怎样的高要求。”[注]即使在非常局限的情况下，大量可能的选择也将迅速压垮运用单纯最优策略的理性经济人。

西蒙是一个有天赋的国际象棋业余棋手，所以他很自然地用棋盘举例。[注]国际象棋是纯粹理性的游戏。假设总是以最优的方式下棋的话，任何国际象棋的棋局都可以客观地被分类为胜利、失败或平局。然而，西蒙计算出，为了使棋局最优，在一个典型的16步棋局中，一个完美理性的棋手需要分析高达一万亿兆种情况。[注]西蒙把这个巨大的数字与他作为中级棋手的经验相比较。当他主观地考察他怎么下棋时，他只有一次自觉地考虑了大约100种情况。

对西蒙来说，很明显，人类有一些实际的手段，可以对棋盘上爆炸式的可能组合进行删减。西蒙认为，人类并不是在脑海中无意识地解决复杂的数学最优问题，因为这在生理上是不可能的，相反，人类一定开发出了更简单的经验法则，这些规则并不一定是最优的，但是足够好。正如我们在第2章中提到的那样，西蒙把这些经验法则称为“直觉法”，这是他推广的一个旧词。

西蒙的脑海中产生了一个经济行为的替代理论的种子。这些直觉法

在经济上如何运作呢？西蒙认为，每当一个人面对决策做出经济计算时，就会给个人产生一定的成本，这可以用金钱来表达。（想想我们报税时必须经历的消耗，以及为什么我们经常愿意付钱让别人帮我们填表。）当个人做出决策时，我们向最佳解决方案一路计算下去，直到达到盈亏平衡点为止，此时从计算中获得的任何额外收益和计算所需的成本相等。西蒙创造了术语“满足”（“满意”和“足够”两个词的组合[注]）来指代这种行为。个人不是寻求最优的、只需要满足他们的最低要求，做出不总是最优的但足够好的决策。西蒙将这一理论称为“有限理性”。

这里有一个关于“满足”的个人例子。每天早晨，我必须做出决定：今天穿什么？这在数学上是不简单的，因为通常衣柜的大小足以出现大量可能的搭配。例如，我的衣柜里目前有10件衬衫、10条裤子、5件夹克、20条领带、4条皮带、10双袜子和4双鞋子。这似乎是相当有限的选择，但一个简单的计算就能表明我的衣柜包含着2016100种不同的搭配方案！[注]

当然，并不是所有这些搭配从时尚角度看都是引人注目的，所以我需要考虑考虑。如果我需要用一秒钟来评估每种搭配（对我而言这个数字是大大不足的），我需要多长时间在早晨穿戴整齐？答案是23.3天，假设我每天花24小时思考这个优化问题的话。

我可以向你保证，我从未花23.3天的时间来穿衣服。要么我脑袋里有一个令人难以置信的最优化引擎，要么就像西蒙提出的那样，我完全没有进行优化。事实上，我运用各种直觉法对评估不同服装搭配的成本与上班不迟到的愿望进行平衡。换句话说，我只要“满足”就好。

我是这么做到的：我的所有5件夹克都配有裤子，因为它们是一套商务套装，所以这些夹克和10条裤子中的5条最终只会导致5种搭配而非25种。但这本身就是一种直觉法。除了惯例和同事压力以外，并没有什么强迫我不能用深灰色细条纹夹克搭配纯蓝色西服套装中的裤子。同样

地，我花多少时间和精力在早上穿衣也是有限制的。如果我花23.3天来挑衣服，我可能会挑出一个比我通常的穿着更令人满意的搭配，但是我也可能因此被解雇。我每天对穿哪件衣服的选择可能不是最优选择，但是足够好。

西蒙在1952年提出了他的有限理性理论，或者按他最初所称的那样，叫作“理性选择的行为理论”。[注]他相信他在对决策过程的研究中取得了突破，但西蒙的经济学家同事们，甚至包括他自己系里的同事，都对有限理性的有用性持怀疑态度。30多年后，西蒙在自传中回忆道：“虽然我从未觉得我对社会科学的数学方法缺乏热情，但我很快发现，在反对那些被我认为是过度形式主义和浅薄的数学烟火表演的观点时，自己时常处于少数立场。当严格的新古典主义正统理念开始在经济学家中占据支配地位，情况变得更糟了。”[注]

对西蒙来说不幸的是，工业管理研究所也很快成为严格的新古典主义正统的中心。工业管理研究所的学术活动将很快产生约翰·穆斯和罗伯特·卢卡斯的理性预期理论，我们在第1章中提及过这一理论。西蒙总是好争论的，于是这一新的理论发展使他在系里成为一个极端的人物。[注]1970年，经过许多系内的论战后，西蒙将他的办公室和他的人事关系转移到心理学系——这是一次巨大的学术跨越，同时仍然在商学院以外的大学环境中保持着影响力。在卡内基–梅隆大学漫长的职业生涯中，西蒙在心理学、运筹学和计算机科学方面都取得了重大进展，并被公认为人工智能领域的创始人之一。他在卡内基–梅隆大学的研究项目直到今天仍然在机器人技术领域取得成果。但是，他对工业管理研究所和经济学界的影响比包括我在内的他的追随者所期望的一直都要小，尽管1978年他由于对组织机构、决策和有限理性的工作被授予诺贝尔经济学奖。

为什么有限理性没能继续下去？经济学家因为一个简单但看似毁灭性的批评驳斥了西蒙的理论。人们如何在不知道最优结果的情况下知道

某种决策“足够好”呢？计算“足够好”的解决方案隐含了如下假定，即个人已经知道最优解决方案。否则，他们如何知道进一步优化可能带来多少额外的好处呢？

想象如下场景：一个人要在重要的工作面试之前做好穿戴准备。如果你不知道你最好的衣服搭配是什么，你怎么知道一种特定的搭配是否足够好？如果穿着最好的衣服搭配会使你通过面试，但是稍微差一点会让你无缘这一职位呢？这可能听起来有点极端，但是如果你碰巧是一个有抱负的好莱坞演员，正在为一个终生难遇的角色准备面试，那么这种情况就绝非如此遥远——花费23.3天的时间纠缠于这一关键时刻穿什么真的有那么难以想象吗？真正能确定“足够好”的唯一方法是找出最佳决策，然后将其与你正在考虑的决策进行比较。但是，一旦你付出了找到最优决策的成本，难道你不应该采用最优决策而非只是足够好的决策吗？正如批评西蒙的经济学家所说，难道“满足”不需要找出最优吗？

这一反对让西蒙很困扰。他相信，通过心理学研究，应该可以从实证上确定满足感的平衡点。然而，经济学领域却因拒绝了西蒙的想法而失去了另一个领域的启蒙。西蒙在他的人工智能研究中重新运用了有限理性、满足和直觉法的思想，在那里它们没有挑战现状，相反，它们成为新领域的部分基石。

---

1. Simon (1997).

2. Simon (1955).

3. 在他放弃积分比赛之前，西蒙的排名达到了令人尊敬的第1853位。Simon (1991,241–242).

4. Simon (1955n4).

5. “satisfice”（满足）一词由“satisfy”（满意）和“suffice”（足够）组合而成。——译者注

6. 总共搭配的数量就是每个种类的数量的乘积：10×10×6×21×4×10×4=2016100。注意这里夹克和领带的数目是6和21，不是5和20，因为我可以既不穿夹克也不系领带。想象一下这个决策在挑衣服这个问题上是多么更具挑战性！

7. Simon (1953).

8. Simon (1991,249).

9. Crowther-Heyck (2005,161).

超人的外套

西蒙的批评者在几十年间主宰了经济学关于“满足”的讨论。“满足”很少被提及，而当它再次被提及时，它是被反对有效市场假说正统理论统治的另一个失败的理论提出的。

然而，在2012年，我的合著者汤姆·布伦南（Tom Brennan）和我想出了一个对西蒙理论批评的有力回应。当你在满足的过程中找到一个足够好的决策时，你如何知道应该何时停止寻找更优方案？我们的答案是：你并不知道。你通过反复试错来制定经验法则。你通常不知道一个决策是否真的是最佳的。然而，随着时间的推移，你会体验到你的决策产生的积极和消极的反馈，并根据这些反馈改变你的决策。换句话说，你是在学习和适应当前的环境。我们从经验中学习，并根据新的状况调整自己的行为及适应环境的能力，这是智人最强大的特征之一，也是随着时间的推移，通过经验逐渐将我们转化为理性经济人的主要机制，至少在环境稳定时是这样。

学习是概念进化的一种形式。我们用某种直觉法开始学习新行为，这种直觉法——也就是我们的某种经验法则——可能离最优十分遥远。如果我们收到应用该直觉法的负面反馈，我们就会换一种直觉法。我们甚至不必有意识地进行这一过程。我们复制原来的行为，但是对它进行了改变。如果这种变化产生积极的反馈，我们将继续使用这种新的直觉法;如果反馈仍然是负面的，我们将再次改变它。随着时间的推移，经过充分的尝试，即使是最愚蠢的试错过程也可以导向一种有效的直觉法，就像数百万代的自然选择最终产生了大白鲨一样。

然而，生物进化与人类学习之间存在着非常重要的差异：我们的直觉法可以以思维的速度进化。这是智人成功的关键。我们不需要数百万

年的时间就能进化出更好的捕鼠器：我们能够每天想到一种捕鼠器的新变化，甚至每天想到好几种。我们可以将最有前途的设计打造成模型，将它们逐一测试，从设计团队和焦点小组那儿获得反馈意见，相应地修改我们脑海中的捕鼠器模型，然后在几个月内，我们将拥有一个非常有效的产品。我们这种从事抽象思想、想象反事实的情况、单独或协同地提出新的直觉法，以及预测结果的能力，是独一无二的。这正是第4章中杰夫·霍金斯的记忆–预测模型。

当西蒙于60年前首次提出满足概念时，他的同事们认为这种想法愚蠢且天真。基于我们目前对认知神经科学和进化生物学的理解，很明显的是，当与进化动力学相结合时，有限理性比最优理性更能准确地描绘人类行为。然而，有限理性和最优化是密切相关的。虽然我们有限的大脑可能并不总是允许我们在各种情况下计算出最优决策，但在经过足够多的失败尝试和适当的反馈之后，我们最终可能会到达那里。

反馈在学习中的重要性是显而易见的。这就是情绪在理性中扮演着至关重要的角色的原因，也是为什么第4章中的达马西奥的病人埃利奥特在被手术消除了他的感觉能力之后，理性行为变难了。情绪是导致我们更新直觉法的主要反馈机制。爱、恨、同情、嫉妒、愤怒、焦虑、喜悦、悲伤和尴尬都在告诉我们一些关于我们环境的事情，并告诉我们该如何改变我们的行为。下面这个例子是我自己的直觉法列表中的其中一项，一个直接影响了我在穿衣上的直觉法的例子。

当我读一年级时，一些聪明的营销专家认为，如果你在牛仔夹克上缝了超人标志，那么每个孩子都会想要一件，包括我在内。超人是当时的超级英雄，由乔治·格里夫斯（George Reeves）主演的电视节目社会反响极大。说服我自己我必须拥有这件夹克并没有花费太长的时间，事实上，我的存在取决于有没有它。

说服我的母亲就是另一回事了。应付一个拥有三个孩子的单亲家庭的生活开支并不允许购买太多奢侈品，包括这件夹克。所以我做了任何

一个充满自尊心的6岁孩子会做的事：我在我母亲耳边不断地提及这件事，持续了几个星期，直到她终于不胜其烦为止。我还记得我们去买外套的那一天。那是一个星期五的晚上，在加班回家以后，又饿又累的她为我们安排了一顿简单的晚餐，然后我们走了半英里，去了皇后大道上的亚历山大百货公司。我对拥有这件夹克感到非常激动，以至于整个周末我都拒绝脱下它，甚至是洗澡时都要经过一番挣扎才脱下。

我对将这件夹克穿到学校去感到非常兴奋，以致我在星期一早上起得特别早，在镜子前面走来走去，欣赏自己穿着夹克的样子。我花了这么多时间做这件事以至于我迟到了15分钟。这意味着要先到校长办公室去解释我为什么迟到，从考勤记录员那里拿一张纸条，然后再去上课，而且我还必须把这张纸条交给我的老师才能坐下。我走进教室，打断了我老师的早晨公告，把纸条放在她的桌子上，然后趴在我的座位上，此时此刻每个对着我的目光都像要把我刺穿一样——或者至少我这么觉得。

这是我第一次在年少时的上学生涯中迟到，而且我绝对因这次经历而感到羞愧——这很显然，因为直到几十年以后，我还能身临其境地记得那天早上每一个痛苦的细节。从那天开始，我从来没有在上学期间花超过5分钟的时间去穿衣服。那个经历永远改变了我在早上穿衣服的直觉法。我没有寻求最优，而只是“满足”。

这个直觉法对我来说一直都足够好，直到大学为止。有一天，我穿着运动鞋和牛仔裤参加了一个有主讲嘉宾的下午茶，并意识到其他人都穿着商务正装——另一个令人沮丧的经历，导致我再次改变我的直觉法。我不能说我的时尚感已经完全是最优的，但是通过这些不同的经历，它的确变得越来越精致和复杂。我的直觉法由于我多年来收到的负面的和（偶尔）积极的反馈而发生变化。穿着西装和领带教MBA课程被认为得体，穿着西装和领带参加学术界同事的研究会议被认为是自命不凡和自视甚高的。

当然，一个不同行业的人可能会为相同的事情开发出完全不同的直觉法。例如，我怀疑布拉德·皮特（Brad Pitt）每天早上比我花更多的时间穿戴。作为一个电影明星，他需要注意这部分，因为严重的时尚错误可能会带来破坏性的负面新闻。他的环境塑造了他的直觉法，与我的环境所塑造成的直觉法完全不同。

我们的环境和我们的生活经历积极而持续地塑造着我们的行为。我们可以通过对这种适应性过程进行建模，为西蒙的有限理性理论赋予新的生命。我们不仅可以轻易地反驳西蒙的反对者，而且还对理性主义者和行为主义者之间的战斗中发现的矛盾和悖论做出了新的解释。我将这个新的解释称为适应性市场假说。

适应性市场假说

我们已经经历了一次数百万年历史的旅行，深入观察了人的大脑，并且探索了当前科学理论的前沿。尽管有效市场假说已经是几十年来金融市场的主导理论，但很明显，个人并不总是理性的。我们不应该对市场并不总是有效的感到惊讶，因为智人不是理性经济人。我们既不完全理性，也不完全不理性，所以理性主义者和行为主义者都不能完全说服我们。我们需要一个关于市场如何工作的新的故事，而现在我们有了谜题中足够多的拼图，可以开始把它们整合在一起。

我们从这个简单的共识开始：确实存在市场无效率的状况。对它们一起考察时，这些无效率和创造它们的行为偏差，是解释人类大脑这种复杂的神经系统如何做出金融决策的重要线索。我们已经看到生物反馈指标如何被用于研究行为，并且由于像核磁共振成像这样的新技术的发展，现在我们可以真正观察到人脑在做出这些决策时如何实时运作。然而，神经经济学只是“洋葱”的一层。我们知道人类行为，无论是理性的还是看似不理性的，都是由人类大脑中多个相互作用的组成部分产生的，并且我们现在对这些组件如何工作有了更深入的了解。

这时候，一个对此表示怀疑的经济学家可能像第2章中的NBER的论文讨论者那样，举手发言称：“我非常喜欢你对进化和神经科学的故事，但是……”对怀疑者来说，这个解释似乎是在神经生物学和进化生物学的行为地毯下扫描金融经济学细节。例如，神经科学可以告诉我们为什么患有多巴胺失调综合征的人会沉迷于赌博，但并没有给出任何有关金融决策更大的框架。尽管达马西奥及其合作者的工作使我们对理性行为的意义有了更深入的了解，但经济学家认为，他们已经有了一个优秀的经济理性理论：预期效用理论。

对于此类怀疑者而言，这些神经科学案例研究中描述的特殊行为，实际上只是经济理性基本程序中的“漏洞”。知道什么是典型的漏洞是有趣的，但它们对主要事件而言只是一条穿插表演，是规则的例外情况。

这就是我们和人类理性的标准经济学观点完全不同之处。我们不是行为中有一些怪癖的理性行为者，相反，我们的大脑是怪癖的集合体。我们不是一个有程序漏洞的系统，我们是一个由程序漏洞构成的系统。在某些条件下，这些怪癖经常产生经济学家称之为“理性”的行为，但在其他条件下，它们会产生经济学家认为的非常不理性的行为。这些怪癖不是偶然的、特别的或非系统的，它们是脑结构的产物，而脑结构的主要目的并不是经济理性，而是生存。

漫长的进化过程塑造了我们的神经生理结构，尽管数百万代以来变化不大。我们的行为是由我们的大脑塑造的。我们的一些行为在进化上相当久远，而且非常强大。自然选择的原始力量、繁衍成功或失败（换句话说，生存或死亡）的结果将这些行为刻录在我们的DNA中。例如，由杏仁核控制的恐惧反应，来自数亿年前。那些“恐惧的本能”反应不够快的原始动物祖先，平均而言继承了他们基因的后代更少。相反，我们的一些其恐惧反应更加适应其环境的祖先，继承了他们基因的后代更多。在超过数百万代的历史中，生存或死亡的选择性压力通过我们祖先的基因，创造出了产生我们行为的人类大脑。

自然选择这种进化的主要驱动力，给了我们抽象思想、语言和记忆–预测框架，这些新的适应性能力对我们的进化成功至关重要。这些适应性能力使我们有能力在单一生命周期内改变我们的行为，以应对突然降临的环境挑战和对未来新挑战的预期。

自然选择也给了我们直觉法、认知捷径、行为偏差和其他有意识和无意识的经验法则，这些是我们以思维的速度产生的适应性调整。自然选择对于理性经济人具有的特征，即精确解和最优化行为，并不感兴趣。自然选择只关心差异繁殖和淘汰，换句话说，就是生存或死亡。我

们的行为反映了这一冷酷的逻辑。然而，以思维速度进行的进化远比以生物繁殖速度进行的进化更有效率、更强大，后者一次只能传给一代人。以思维的速度进行的进化使我们能够随时间流逝、在无数情况下调整我们的大脑功能，以产生大大提高我们生存机会的行为。

这就是适应性市场假说的要点。我们颇费周折才到达这里，但基本思想可以归结为5个关键原则：

1. 我们既不总是理性的，也不总是不理性的，但我们是生物实体，其特征和行为是由进化力量塑造的。

2. 我们表现出行为偏差，且做出显然非最优的决定，但我们可以从过去的经验中学习，并根据负面反馈修改我们的直觉法。

3. 我们有抽象思维，特别是前瞻性分析的能力；有基于过去经验对未来做出预测的能力；有对未来我们环境的改变做出准备的能力。这是以思维的速度的进化，它不同于生物进化，但与之相关。

4. 金融市场动态由我们的互动驱动，在此过程中我们做出行动、学习并相互适应，同时也适应我们生活的社会、文化、政治、经济和自然环境。

5. 生存是推动竞争、创新和适应的最终力量。

这些原则导致了与理性主义者或行为主义者所主张的不同结论。

在适应性市场假说下，个人从来不知道他们目前的直觉法是否“足够好”。他们通过反复试错得出了这个结论。个人根据他们过去的经验和他们的“尽可能的猜测”做出选择，以获得最佳效果，并通过从结果中获得的积极或消极的反馈来学习。（由于一位同事嘲笑了我的着装，我再也不会穿着我的红色细条纹衬衫的同时系着我的黄色条纹领带了。）作为这种反馈的结果，个人将开发出新的直觉法和心理经验法则，帮助

他们解决各种经济问题的挑战。只要这些挑战在一段时间内保持稳定，他们的直觉式方法将最终适应于为这些挑战提供的大致最优的解决方案。

像西蒙的有限理性理论一样，适应性市场假说可以很容易地解释经济行为，这种行为只是大致理性的，或者是近乎理性的。但适应性市场假说可以走得更远，也可以解释看起来完全不理性的经济行为。个体和物种适应环境。如果环境发生变化，旧环境的直觉法可能不适合新环境，这意味着他们的行为会看起来“不理性”。如果个人从环境中得不到积极或得到消极的支持，他们就不会学习，这也会看起来“不理性”。如果他们从他们的环境中得到不适当的强化，个人就会学到绝对非最优的行为，更会看起来“不理性”。如果环境不断变化，完全有可能的是，在这种情况下，个人永远不会达到最优的直觉法，就像猫追逐自己的尾巴那样，这也会看起来“不理性”。

但适应性市场假说则拒绝将这种行为打上“不理性”的标签。它认识到当我们出现在一个新的环境背景下采取相应的直觉法时，就会发生次优行为，就像海滩上的大白鲨那样。即使经济行为似乎非常不理性，如流氓交易员为了收回不可恢复的损失而双倍下注，这种行为仍可能有适应性的解释。我们要从进化生物学中借一个词来形容：对这种行为的更准确的描述不是“不理性”，而是“适应不良”。蜉蝣把反光的表面当作水面，把卵排在柏油路上，这是一个适应不良的例子。海龟把漂浮在海洋中的透明物体当作有营养的水母，而本能地吃下塑料袋，则是另一个适应不良的例子。[注]同样的，因为在漫长的牛市中首次发展出自己的投资组合管理技能，而选择在泡沫的顶端附近买入的投资者，是另一个适应不良的例子。这可能是该行为的一个令人信服的原因，但它不是目前环境中最理想的行为。

---

1. Schlaepfer et al.(2002).

概率匹配的解释

在适应性市场假说下，有很多行为偏差，但它们有合理的解释。它们只是我们从非金融环境中适应而来的直觉法，我们在金融环境中使用它们时误用了它们：换句话说，就是适应不良的行为。适应性市场假说比市场非理性的解释走得更远，它为我们提供了一个有意义的行为偏差的预测框架。我们不仅可以了解它们为何出现，还可以预测它们何时出现，以及它们对市场动态的影响。

一个例子是概率匹配的奇怪现象，这是我们在第2章遇到的行为偏差。回想一下，这种偏见涉及心理咨询热线游戏，在该游戏中你必须反复猜测是A还是B会出现在电脑屏幕上。尽管最大化你的预期奖金的最佳策略是选择更频繁出现的字母，并始终坚持这一选择——这种策略通常称为确定性策略——但人们实际上倾向于随机化，随机选择A或B，并且以与字母出现的频率相同的概率进行选择。换句话说，如果出现了60%的A与40%的B，人们会倾向于以60%的概率猜A，40%的概率猜B。

经过一段时间的困惑后，汤姆·布伦南和我终于找到了一个理论，以解释为什么会发生这种情况。我们将其称为二元选择模型，其原因将变得显而易见，而且在实践中也可以看到适应性市场假说如何运作。下面是一个对该模型的通俗易懂的概述，比数学版本需要多一点的时间和想象力，但我保证，你的耐心将获得关于适应性市场假说的一些关键见解。注

我们从一个被称为“毛毛球”的假想生物开始，这是为了向电视连续剧《星际迷航》（*Star Trek*）中大卫·杰洛德（David Gerrold）创作的毛茸茸的小外星生物致敬。这个小生物将在我们的一系列思想实验和计算机模拟中担任我们的“小白鼠”。

毛毛球是一种简单的生物。它生活在一个具有两种不同地貌的区域，一部分是山谷，一部分是高原。毛毛球在一生中只会繁殖一次，如果一切顺利，会产生三个后代，然后死去。这种繁殖不需要任何类型的交配（记住，这是一种假想中的生物）。在短暂的生命中，毛毛球只需要做出一个重要决策：是在山谷建立巢穴，还是在高原，两者不可兼得。两个地点都各自具有优点和缺点，这取决于天气。如果天气晴朗，在山谷中建立巢穴将能充分利用树荫，以此抵挡来自阳光的致命热量，而且河流从山谷穿过，也能获取充足的水。因此，当天气晴朗时，在山谷定居是理想的，这样可以让毛毛球的三个后代活下来。然而，如果毛毛球选择在阳光明媚的高原上筑巢，由于暴露于太阳的致命射线之下，以及遭受缺水问题，所有的后代都将会被杀死。

但是，下雨的时候，情况恰恰相反。雨水导致山谷中洪水泛滥，将淹死所有的毛毛球后代，而高原的海拔保证了不会发生洪水。此外，雨云阻挡来自太阳的热量，同时提供新鲜的饮用水。因此，在雨天，高原上毛毛球的三个后代都会存活下来。

现在，假设天气晴朗的概率是75%，下雨的概率是25%。在这样的情形下，毛毛球选择巢穴地点的最优决策是什么呢？经济学家会说，这取决于毛毛球的目标是什么，所以让我们给毛毛球一个生物必然性的目标，并且假定它希望最大限度地提高后代存活的平均数量。如果是这种情况，最优决策似乎是显而易见的：以100%的概率选择在山谷筑巢，因为这使得毛毛球的后代存活的概率最高（75%）。

如果你一直在仔细注意这个例子，你会认识到这一情形只是一个经过简单伪装的心理咨询热线游戏。如果电脑屏幕以75%的频率显示A，则最大化累积奖金的最优策略是以100%的概率猜A。

现在我们将一些进化动力加入我们的毛毛球生态系统中来。假设在这个生态系统中有不同种类的毛毛球，他们用不同的直觉法决定在哪里筑巢：其中一群毛毛球总是选择在山谷中筑巢（没错，它们都是经济学

家），它们的行为是具有确定性的；另一群毛毛球总是选择在高原上筑巢，它们的行为也是具有确定性的。但是，这个生态系统中还有一些运用完全不同的直觉法的毛毛球：它们随机选择，以概率f选择山谷，而以概率1–f选择高原。例如，一个f=50%的毛毛球将抛一枚硬币，如果正面向上则选择山谷，反面向上则选择高原。对于f=90%的毛毛球，则有90%的概率选择山谷，而只有10%的概率选择高原。让我们假设这些直觉法从上一代毛毛球完全传递到下一代，这样，一个具有直觉法f的毛毛球，将会拥有使用与之完全相同f值的直觉法的后代。事实上，你可以将f的每一个值作为定义某种特定亚种的特征，就像海星的亚种那样。海星纲中有2000多种海星，尽管五角星形状是最常见的身体形态，但也存在着有七角、十角甚至四十角的物种。

如果我们从一个每种亚种数量都相等的种群开始，这样所有的直觉法在一开始就在种群中占有相同的代表了，那么哪一种直觉法对于毛毛球而言最有效呢？在这个简单的生态学例子中，随着这些具有不同直觉法的毛毛球的繁衍，在种群中的许多代中发生了一些很重要的事情。

首先，考虑到运用确定性直觉法以100%的概率选择山谷的毛毛球，是运用最优策略的毛毛球经济学家。如预期的那样，当阳光普照时，它们的数量增长最快。然而，因为它们都在山谷里，第一次下雨，它们就被消灭了。因此，这种直觉法将从所有种群中被淘汰。尽管事实上，这种直觉法从毛毛球个体的角度来看是最优的，它确实最大限度地增加了毛毛球后代生存的概率，但从进化的角度来看，这是不可持续的：一旦下雨，自然选择将淹死所有的毛毛球经济学家，于是这种以100%概率筑巢的确定性行为也跟着销声匿迹了。

以同样的方式，总是选择在高原上筑巢的毛毛球将在首次被阳光照射时灭绝。事实证明，随着时间的推移，唯一可以持续的直觉法是那些涉及某种形式的随机行为。对于具有这些直觉法的毛毛球，每一代人的一部分将选择在山谷中筑巢，其余在高原上筑巢。无论是下雨还是晴

天，这类毛毛球的一部分将会存活下来，并且能够繁衍，将其直觉法传给下一代。

不过，并不是所有的群体都将以相同的速度增长。例如，对于具有f=90%的直觉法的群体，其增长速度将与运用纯粹最优策略的群体几乎一样快，但每当下雨时，群体中的90%将被淘汰，这大大地延缓了其增长速度。

那么哪一组增长得最快呢？这个问题是通向我们目标的关键钥匙，因为增长最快的直觉法——我们将称之为最优增长直觉法——的毛毛球将会在一段时间后占据1/3的种群数量，成为生存竞赛中的进化胜利者。无论出于何种意图或目的，进化都将选择这种直觉法作为现有环境下最有效的直觉法，并且外部观察者将会看到这些毛毛球，并由此得出结论称，这种最优增长直觉法就是毛毛球的行为，因为它将在种群中占据主导式的多数。而且，即便是极小的增长率差异也将在一段时间后导致巨大的数量差异。例如，对于一个最初有10个个体的、以5%或6%增长率增长的种群中，经过500代以后，以5%增长的种群将有约3930亿，而以6%增长的种群将超过44万亿。

那么哪种直觉法将最大化毛毛球种群的增长率呢？这是值得注意的：在一个有75%的时间是晴天的环境中，具有f=75%的直觉法的群体——换句话说就是概率匹配者——将是获胜者！表6.1显示了一个数值上的例子，其中我们模拟了几个不同种群的增长，而很明显，长期来看，f=75%的种群增长得最快。

只用了非常简单的假设，适应性市场假说就已经能够解释看似不理性的行为。虽然运用了一点数学知识，注其背后的直觉是很直接的：通过将行为随机化，以使得其概率与晴天或下雨的概率相匹配，概率匹配者通过对繁衍机会对冲下注，以便预期的后代数量将相同，无论是下雨还是晴天。这是“沉着稳健者胜”的进化版本。与最大化个体预期的后代

数量相比，概率匹配法最大化了整个群体的增长率。结果，这一群体存活下来，并且在几代后成为种群的主导群体。显然，毛毛球是概率匹配者。

表6.1 存在纯系统性繁衍风险时对各种类型的假想毛毛球的数量增长的模拟

代数	f=0.20	f=0.50	f^*=0.75	f=0.90	f=1
1	21	6	12	24	30
2	12	6	6	57	90
3	6	12	12	144	270
4	18	9	24	387	810
5	45	18	48	1 020	2 430
6	96	21	108	2 766	7 290
7	60	42	240	834	21 870
8	45	54	528	2 292	65 610
9	18	87	1 233	690	196 830
10	9	138	2 712	204	590 490
11	12	204	6 123	555	1 771 470
12	36	294	13 824	159	5 314 410
13	87	462	31 149	435	15 943 230
14	42	768	69 954	1 155	0
15	27	1 161	157 122	3 114	0
16	15	1 668	353 712	8 448	0
17	3	2 451	795 171	22 860	0
18	3	3 648	1 787 613	61 734	0
19	9	5 469	4 020 045	166 878	0
20	21	8 022	9 047 583	450 672	0
21	6	12 213	6 786 657	1 215 723	0
22	0	18 306	15 272 328	366 051	0
23	0	27 429	34 366 023	987 813	0
24	0	41 019	77 323 623	2 667 984	0
25	0	61 131	173 996 290	7 203 495	0

现在，重要的是要注意到，这不是群体成员之间任何有意识的决定或协调策略的结果。事实上，我写的模拟这些毛毛球的15行计算机程序，只有差不多和岩石一样的智商。这一群体的主导地位以及概率匹配直觉法的主导地位，仅仅是自然选择对不同的毛毛球行为进行选择，以及环境恰好是75%是晴天和25%是雨天的结果。如果我们模拟中的天气模式发生了变化，变成以60%的概率晴天、40%的概率下雨，那么最终在这个新的环境下，占据主导地位的群体将是具备f=60%的直觉法的那群。在我们的进化框架中，概率匹配完全从无意识的行为中产生，与第5章中随着环境从浅色树干变成深色树干，而导致白色桦尺蠖让位给其黑色近亲一样，并不是出于任何桦尺蠖的或其捕食者的任何有意识的行为。

---

1. 关于我们的模型的数字版本，参见Brnnan and Lo（2044；2012）。
2. 参见Brennan and Lo (2012).

自然厌恶不分散的下注

二元选择模型中，概率匹配的进化起源解释说明了一个重要且普遍的主题：自然选择是一个无情的、残暴的执行者。它能轻而易举地消灭适应不良的毛毛球。自然选择淘汰那些最不适应给定环境者，并且只奖励那些最适应它的人，甚至这也只是暂时的。对于那些稳定的环境，“最适应”和“最不适应”两个概念被很好地定义，且保持不变，因为赢家和输家很容易识别。就像那些被晒死或淹死的毛毛球后代，输家退出，而赢家走向下一轮竞争。

然而，当环境随机改变时，就像我们的概率匹配的例子一样，赢家和输家变得更加模糊，这取决于哪个环境正在发挥作用。因为环境的改变可以消灭整个群体（在我们的例子中是那些采用最优化策略的经济学家），适应性市场假说预测，能存活下来的唯一直觉法将是在某种程度上对冲其下注的。当自然随机行动时，易于生存的物种是具有随机对抗自然风险的行为的物种。趋势最好的行为是那些风险最有效地对冲的行为，如在概率匹配的情况下。换句话说，借用物理学的一个短语，大自然会厌恶一个不分散的下注。

关于这个例子，另一个有趣的方面是，尽管毛毛球的行为是无意识的，但我们很容易将动机赋予他们。例如，毛毛球经济学家们似乎是最自私的，行为方式最大限度地增加了自己后代生存的机会，而不是更广泛地考虑经济学家群体的未来。另一方面，概率匹配的毛毛球似乎更具利他主义，其中的一部分在高原上筑巢，尽管有很大的概率（晴天的概率是75%）它们的后代不能存活下来。毫无疑问，如果这些高原居民移居到山谷，这些高原居民将提高自己后代存活的可能性，所以这些毛毛球显然不是最大化它们自己的增长率。事实上，就好像这些概率匹配者中的一部分同意通过前往高原来“牺牲一个保全一群”，从而确保自己所

在的亚种的延续，即使是在可能牺牲自己后代的情况下。这已经很感人了，但这只是我们拟人化的想象力塑造出来的完整形象。我们习惯于推断出这样的动机，即使在这个不存在的生物纯虚构的随机行为中，我们也可以为概率匹配者前往高原这一举动而感动。

但也许这与真正的利他主义并没有那么遥远。毕竟，通常与自我牺牲相关的强烈情绪——孕妇放弃乳腺癌治疗以挽救胎儿的爱——可能是自然界选择的生物机制，有益于物种的生存。这并不会改变如下事实，即特定的环境条件下，有利的行为可以是相当简单的，就像这个毛毛球的例子一样。

当汤姆和我最终得出这一结果时，我们意识到，它可以很好地成为一种描述利他主义是如何从极其多样化的原始行为中产生的理论。我们的数学模型的简单性——你必须认可我的话，除非你看看我们发表的研究文章——意味着我们的预测是非常普适的，很可能在很多情况下都适用。在许多非常不同的动物物种中都发现了概率匹配行为的事实，如蚂蚁、鱼、鸽子、大鼠和灵长类动物等，都进一步证明了在不同物种中这一行为必定都服务于适应环境的目的。

再来一次："笨蛋，关键是环境！"

这个毛毛球的例子是一个冗长的、展示进化的力量如何以令人惊讶的方法塑造行为的方式，尽管它是一个高度简化过的、"玩具版"的进化。但是，令汤姆和我惊讶的是，改变了一些简单的环境特征后，我们的进化过程出现了完全不同类型的行为。例如，如果山谷和高原之间的选择并不是如此极端地对立（一个位置能维生而另一个位置却致命），那么概率匹配者的群体就不一定是增长最快的群体了。

事实上，我们得出了一个数学公式，它预测了二元选择模型中的最优增长直觉法。这个公式包括了一些输入变量，它们由种群中个体面临的特定环境决定。对于某些环境，自然选择产生与下雨或晴天的概率并不匹配的随机行为。例如，假如在山谷中筑巢会在晴天时产生三个幸存的后代，在雨天时产生两个幸存的后代，在高原上筑巢则会在晴天时产生一个幸存的后代，在雨天时产生三个幸存的后代，那么我们的公式告诉我们，最优增长直觉法将属于那些50%选择山谷、50%选择高原的亚群。这不是概率匹配行为（这一例子中晴天的概率仍然是75%），也不是经济学家的确定性行为。

现在，如果我们在这个环境中引入一个微小的改变——假设在高原上筑巢会产生两个幸存者，无论是雨天还是晴天——我们的公式告诉我们，最优增长直觉法将是以100%的概率在山谷中筑巢。最终，我们遇到了一个经济学家群体将占据进化主导地位的环境。原因很明确：在这种情况下，在山谷中筑巢至少与在高原上筑巢一样好或更好，无论是下雨（山谷中能活两个，高原上也能活两个）或是晴天（山谷中能活三个，高原上只能活两个）。对于山谷中的毛毛球而言，现在是"正面向上我赢，背面向上你输"。因此，从生存的角度来看，100%选择山谷将导致比任何其他选择有更快的种群数量增长。

如果这些例子给你这样一种感觉，即进化选择的行为在很大程度上取决于环境，那么你就开始理解适应性市场假说了。“笨蛋，关键是环境！”适用于物种的同时也适用于行为。赫伯特·西蒙曾经说过：“蚂蚁，如果被视为一个行为体系的话，是很简单的。随着时间的推移，其行为的直观复杂性在很大程度上反映了其身处的环境的复杂性。”[注]在复杂和随机变化的环境中的进化可以产生令人惊讶的复杂的和微妙的行为，就像西蒙的蚂蚁在爬过散落着浮木的沙丘这样复杂的地形时那样。如果我们想了解当前的行为，我们需要了解过去的环境和选择压力，这些压力在时间的推移和几代人的试错中产生了这种行为。这一思想是适应性市场假说的本质，并且二元选择模型提供了一个方便简单的数学框架来捕获它。

---

1. Simon (1969).

理性经济人和非系统性风险

前一个例子，即优势行为刚好与采取最优策略的经济学家的行为相吻合的例子，让汤姆和我思考它是否在某些更一般的条件下成立。我们的例子是一个非常特殊的例子，其中山谷总是比高原更优，无论是下雨还是晴天。但是，自我保护是一个相当普遍的行为，所以难道不应该容易地想出一类更宽泛的环境，以使得理性经济人能够在此之中占据统治地位吗？这的确容易。

事实证明存在着许多环境，在此之中最优化行为——也就是我们将称之为“理性”的行为——正是由进化产生的直觉法。这可能出乎你的意料，一个以推翻理性经济行为假设为目标的理论得到了这样的结果，但这表明适应性市场假说是一个比有效市场假说或与其对立的行为理论更完整的理论。我们的理论提供了我们产生理性和非理性的条件，而且在自然选择的作用下将它的魔力施展在行为的过程中，两者都可以共存一段时间。事实证明，在二元选择模型中，理性行为取决于所谓的“非系统风险”。下面是基本思想。

在我们的毛毛球实验的原始版本中，当下雨的时候，整个种群都受其影响。因此，所有在山谷中的毛毛球都立即被消灭。让我们稍微改变一下我们的雨天或晴天的生态，使得毛毛球们广泛地分散在一个非常大的山谷中，以至于每个个体都面临自己的微气候。换句话说，每只毛毛球都会独立地抛出75%晴天、25%雨天的硬币。这意味着在任何一代人中，同一代人中的25%将会面临雨天，另外75%将看到阳光。这个世界和原来的那个思想实验非常不同，原来一旦下雨，雨水会落在所有毛毛球身上，而一旦是晴天，对所有毛毛球来说都是晴天。

这一环境变化的后果是巨大的。在充满了不同微气候的土地上，采

取最优策略的毛毛球经济学家们——也就是总是做出最大化预期的后代数量的决策的那群——现在增长最快。为什么呢？一个很简单的理由可以解释：几乎不可能存在所有经济学家一起被消灭的情形。对于一大批毛毛球经济学家来说，所有这些微气候中，同时都是下雨状态的可能性是非常小的。例如，如果每个采取最优策略者面临的微气候中，下雨的概率都是25%，那么在一组10个个体中同时下雨的概率就差不多是百万分之一了。

这一简单的事实对生态系统有着深远的影响。在有许多微气候的环境中，进化的力量将不再青睐那些采取随机行为的毛毛球，因为随机化对它们的生存来说不再是必要的了。因为有了许多微气候，自然已经分散了灭绝的风险。因此，采取最优策略的毛毛球不仅不会灭绝，还会增长最快。经过几代人后，种群数量将被采取最优策略的毛毛球统治起来，而且，像渡渡鸟一样，采取概率匹配策略的毛毛球最终将完全消失。

适应性市场假说表明，在给定的环境条件下，行为的差异将影响繁衍和淘汰。两种繁衍风险不同的假设情形最终将作用到毛毛球的种群上。在概率匹配的情形下，雨天或晴天的风险以同样的方式、在同一时间作用于所有山谷的毛毛球，并且以完全相反的方式作用于所有高原的毛毛球。金融经济学家将这种风险称为“系统性风险”，因为风险将影响系统中的所有人。例如，当经济衰退时，所有企业的利益都受到某种程度的损害，所以经济衰退的风险是系统性的。在有系统性风险的情况下，每个人都以相同的方式行事——如决定在山谷筑巢——是不可持续的。在某种程度上，整个系统将受到糟糕环境的冲击，导致该亚群体灭绝，并且将最优策略直觉法从人群中淘汰掉。在这种环境下，偏好随机行为的直觉法是最成功的，而其中最成功的又是概率匹配。

然而，微气候的例子给毛毛球们造成的繁衍风险非常不一样。金融经济学家将这种风险称为“非系统性风险”，因为与系统性风险相反，一

个人所面临的风险与任何其他人面临的风险完全无关。当制药公司的药物出现严重的副作用时，其股价可能会下滑，但我们不会预期该事件对汽车公司的股价产生任何影响，这是非系统性风险。当繁衍风险是非系统性的时候，经济学家的最优化行为可以持续下去，因为没有任何能波及整个系统的冲击可以清除整个表现出相同行为的亚群。这就是为什么最优化行为最终主导了该种群：这不是因为个体更聪明或更想要进行最优化，这是因为环境有利于这种直觉法。表6.2报告了我们在表6.1中运行的相同的模拟，只有一个方面发生了变化：我们模拟非系统性的风险而不是系统性的风险。如预期的那样，具备确定性行为的最优化者，也即总是表现出相同行为的毛毛球经济学家们，现在和预期的一样，是明确的赢家。

这两种环境的差别看似微乎其微——事实上每个人的风险在两种环境之中都是相同的——但是它们导致非常不同的最优增长直觉法。通过比较系统性和非系统性风险的进化影响，我们终于可以看到理性和非理性如何并存。不仅个体的类型很重要，而且个体生存的环境类型也很重要。（“笨蛋，关键是环境！”）

表6.2 存在纯非系统性繁衍风险时对各种类型的假想毛毛球的数量增长的模拟

代数	f=0.20	f=0.50	f=0.75	f=0.90	f^*=1
1	12	9	18	27	27
2	6	15	42	72	54
3	3	27	87	177	120
4	6	45	168	357	270
5	3	60	300	717	588
6	3	84	591	1 488	1 329
7	0	141	1 074	3 174	2 955
8	0	207	2 007	6 669	6 555
9	0	315	3 759	14 241	14 748
10	0	492	7 152	29 733	33 060
11	0	705	13 398	62 214	74 559
12	0	1 053	25 071	130 317	167 703
13	0	1 635	46 623	273 834	377 037
14	0	2 427	87 333	575 001	849 051
15	0	3 663	163 092	1 206 849	1 910 031
16	0	5 443	305 091	2 536 023	4 296 213
17	0	8 148	570 852	5 325 852	9 666 762
18	0	12 264	1 069 884	11 188 509	21 755 844
19	0	18 453	2 007 642	23 494 611	48 959 286
20	0	27 711	3 763 281	49 346 967	110 148 060

二元选择模型提供了一个表明经济理性正确的具体说明，但并不完整。毛毛球们当然具备理性最优化行为的能力，但是在某些情况下，即具有系统性繁衍风险的环境下，即使这种风险意味着其中一些个体将被

清除，它们也会进行概率匹配。

系统性风险是一项进化规则。地球上有生命存在的历史进程中充满了很多能一次影响整个物种的灾难性事件。一些灾难如此极端，以至于某些物种适应得根本不够快，于是它们就将面临所谓的大规模灭绝事件。对于从此类事件存活下来的物种，它们的特征，包括它们的行为在内，给予了它们一些优势，使它们免于灭绝。通过淘汰的过程，这种行为将持续下去。这可能解释了为什么那些比人类更原始的物种的概率匹配行为更为本能。概率匹配可能只是一种进化适应的方法，不一定会增加我们在当前环境中的生存机会，但由于历史原因，仍然是我们行为列表的一部分。

事实上，系统性风险和非系统性风险在生存中造成如此巨大的差别，这个确实有点微妙。它与“平均法则”[注]有关，它指出，当进行一系列独立的随机实验时，累积结果的均值最终将收敛至单一实验的预期值。例如，当你多次抛一个公平的硬币时，平均定律说，大约一半的结果是正面向上，而另一半是反面向上。它能有别的结果吗？有，如果你只抛了三次硬币，那么就不可能有50%正面向上，只可能是100%、67%、33%或0。根据平均定律，抛硬币的次数越多，你的样本就会越接近50%正面朝上的概率。

在有系统性风险的情况下，平均法则不适用于一代中的不同个体，因为并没有经历平均化，所有的毛毛球都将经历相同的结果（这也是系统性风险的含义所在），换句话说，一整代中只抛了一次硬币，而不是每只毛毛球各自抛投各自的硬币。从大自然母亲的角度看，这导致更大的风险：所有的个体要么同时受益，要么同时受难。

然而，在非系统性风险的情况下，每个人都有自己的微气候，所以任何两个做出同样选择的个体都会经历独立的结果。当这些独立结果在一代中的大量个体中结合起来时，平均法则就适用了，因为我们有许多

独立的随机实验——每个实验对应着每个有着自己的微气候的毛毛球——因此整个种群面临风险低得多的结果：每个个体实验的平均。

我们可以从这一差异中获得什么洞见呢？当种群中的个体面临共同的风险时，其个体行为就会有一定的分散性。如果大家都以同样的方式行事，而且这种共同行为恰恰在给定的环境结果下是一个错误的行为，例如，在下雨的时候在山谷里筑巢，整个种群就会承受灭绝的后果。但是，如果没有共同的风险，整个种群的行为可能完全相同，因为几乎不可能同时遇到一个糟糕的结果（我们以前描述过的，所有独立的毛毛球同时碰到下雨气候的那百万分之一的概率）。系统性和非系统性风险之间的适应差异在进化上是巨大的，它们引起了完全不同的行为。正如我们刚才看到的那样，大自然厌恶不分散的下注。

---

1. 也被称为大数定律。

风险规避的来源

概率匹配的行为在经济学实验室中可能看起来很愚蠢，但它可能源自一种环境，在这种环境中这种行为能够给我们带来其他行为所没有的某些生存助益。使用汤姆和我发展出的数学框架，我们可以确定引起这种行为的具体环境。换句话说，我们可以将各种行为的起源追溯到其进化根源，而不是像传统的经济理论经常做的那样，简单地断言人们以某种方式行事。事实上，对二元选择模型的进化分析能够产生各种被观测到的经济行为，甚至是那些经济学家认为理所当然的行为，如风险规避。

投资者是有风险规避性的，这一思想是金融理论和实践的基础。经济学家一直在谈论风险和报酬之间的平衡，就像我们承认没有免费的午餐一样，你不会平白无故地得到任何回报。然而，我们也明白，并不是每个人都有相同的风险规避和忍受水平：有把钱投资国库券的保守投资者，也有投下几十亿美元来赌证券未来价格的对冲基金经理。

那么什么决定了个人的风险规避程度呢？传统的经济学家的回答是，风险规避是一个深层参数，是个人的根本特征。大多数经济分析的起点是个人的效用函数，它作为消费量的函数，是衡量消费者的幸福或满足程度的数学标准。风险规避的标准定义就嵌入在此函数中。有些人具有极度风险规避的效用函数，而其他人则具有极度风险容忍的效用函数，但经济学家很少会问为什么或如何会是这样。这就像是问为什么有些人喜欢鱼肉而不是鸡肉，他们就是喜欢，哪有那么多为什么。

但是从适应性市场假说的角度来看，我们可以问这种行为为什么会发生，以及更重要的是，它们如何发生。

想象一只毛毛球面对两种可能的行动，a和b（不一定是我们之前例

子中的山谷或高原），其中a一定会产生三个后代，而b是一张彩票，有50%的概率产生两个后代，有50%的概率产生4个后代。这两种行动产生相同的期望后代数量，也就是三个后代，但选择b是有风险的，而选择a是确定性的。如果你是风险规避型的，你总是倾向于选择a而非b；如果你根本不关心风险，你就对这两种选择无所谓。哪种行为将在时间的进化考验下生存下去呢？

答案取决于环境。我们像以前一样假设，毛毛球与其后代有着相同的风险偏好：风险规避型的毛毛球总是有风险规避型，而风险中性型的毛毛球总是会有风险中性型的后代。我们还假设环境是有系统性风险的，正如在第一个概率匹配的例子中一样。这意味着，如果同一代的两个毛毛球都选择，一次抛硬币将决定它们所产生的后代的数量，所以它们会面临相同的结果，而不是两次独立的抛硬币，那样它们会面临不同的、非系统性的结果。

在这种系统性的环境中，且在风险偏好从上一代传递到下一代的情况下，结果证明，风险规避型在进化上比风险中性型更有利。随着时间的推移，风险规避型的毛毛球群体数量将比风险中性型的增长得更快，而且，具有风险规避行为的个体的数量将最终远远超过其他类型行为的个体。

为什么会这样呢？这里再次涉及了平均定律。仅仅经过两代，一个风险规避型的祖辈繁衍出的风险规避型的毛毛球的数量将是3×3=9（回想起来，这些个体总是有3个后代），而一个风险中性型的祖辈繁衍出的风险中性型的毛毛球后代，平均数量将是2×4=8（这些毛毛球可以有2个或4个后代，所以有时它是2个，有时它是4个，并且可能性相等），这比前者少了11%。这是一个很小的差距，但它发生在种群的历代祖辈中。因此，平均定律告诉我们，风险规避型和风险中性型的毛毛球的数量差距将随着时间的推移而增长，直到最终风险规避型成为种群整体中的主要行为类型。如果我们从相同数量的风险规避型和风险中性型的毛

毛球开始，自然选择的简单过程将导致更多数量的风险规避型的毛毛球存活下来。事实上，即使一开始风险规避型的数量要少得多，也会发生相同的结果。

该环境中的风险规避导致了比风险中性行为更大的繁衍胜利——换句话说，它适应于这种具体环境。我们刚刚从进化过程中推导出了风险规避更优的结论，这是适应性市场假说轻松取得的一项胜利。

既然系统性风险的情况导致我们的毛毛球产生了风险规避，我们不妨反过来试试。如果我们假设繁衍风险在环境中是非系统性的（换句话说，就是环境充满了微气候），我们将得到完全不同的结果。选择b的每一个毛毛球都会得到一个单独的硬币。这意味着，同一代中两个风险中性的个体将会获得不同的结果，尽管他们选择了相同的行动b。

为什么这一点很重要？在上一个系统性风险的例子中，如果一个风险中性型毛毛球产生了2个后代而不是4个，那么同一代的所有风险中性型父母也将生出2个后代。但是在非系统性风险的情况下，一些风险中性型毛毛球将会产生2个后代，同一代中其他风险中性型毛毛球会产生4个后代。事实上，大约一半的风险中性型将有2个后代，另一半将有4个，所以这一次，平均定律适用于同一代的毛毛球们。在这里，平均定律告诉我们，对于足够大的种群，每个风险中性型毛毛球的平均后代数将为3，与风险规避的种群相同。结果，两种类型的毛毛球都应该能长期存活下去。再一次证明了，“笨蛋，关键是环境！”

这些计算似乎与现实相去甚远，但一旦我们承认个人偏好和行为要不断适应着变化的环境的可能性，我们就意识到，这些适应的证据几十年来一直就在我们面前。20世纪60年代，汽车安全成为美国重要的社会问题之一。美国通过颁布法令，规定了汽车必须安装安全带、有气垫的仪表板、更安全的操纵杆和更安全的挡风玻璃，以减少由致命的头部和胸部伤害造成的死亡人数。但是当芝加哥大学经济学家萨姆·佩尔兹曼（Sam Peltzman）在1975年看到这些数据时，他得出了一个有争议的结

论：任何提高了的安全性都将被恶化了的驾驶员行为所抵消。[注]行人死亡人数的增加将抵消由新的安全功能导致的驾驶员死亡人数的减少。

一些研究人员当时并不同意佩尔兹曼的结论，认为他的研究没有考虑到一些复杂变量，例如驾驶员的技能、汽车的机械状况、事故是发生在高速公路上还是在当地街道上、司机是正在上下班还是在休假，等等。由于对事故死亡人员进行控制实验非常困难，这场辩论持续了数十年。然而，在2007年，拉塞尔·索贝尔（Russell Sobel）和托德·内斯比特（Todd Nesbit）发现了控制所有这些因素的完美方式。他们巧妙地确定了一个场所，在该情形下所有的汽车和驾驶员都经历了几乎完全相同的条件，所以对驾驶员唯一重要的事情就是到达目的地更快一点点：美国纳斯卡车赛。[注]在这种情况下，索贝尔和内斯比特发现每当新的安全装置被推出时，事故数量实际上都增加了。驾驶员通过相应地调整其行为的风险偏好来适应新的安全措施，正如适应性市场假说所预测的那样。

---

1. Peltzman (1975).
2. Sobel and Nesbit (2007).

有效市场对阵适应性市场

即使大多数经济学家多年来一直认为有效市场假说不是对市场行为的准确描述，但是他们仍然继续使用它，因为他们没有更强大的理论能替代它。如果要用理论来击败理论，适应性市场假说与有效市场假说相比如何呢？

让我们从个人消费理论开始，就像年轻的保罗·萨缪尔森在1947年所做的那样。萨缪尔森的观点现在是现代数理经济学的基石，他认为个人总是最大化他们的预期效用。这意味着消费者总是尽可能把钱花在他们真正想要的东西上。此外，他们总能找到数学上最优的方法去这么做。

萨缪尔森知道心理上的数学最优是不现实的。不过，他同意19世纪经济学家阿尔弗雷德·马歇尔（Alfred Marshall）的看法，即唯一现实的衡量消费者欲望强度的方法就是用“一个人愿意为实现或满足他的愿望而付出的代价”来衡量。[注]为什么一个人不会试图最大化这种满足感呢？萨缪尔森也受到数学物理学的深入而基础性的影响。许多物理现象自然而然地最优化自身的某个物理量，例如通过不同透明材料的光束的路径，或线框上的肥皂泡的形状。最大化是物理学中已经存在的框架，萨缪尔森可以自然地据此提出他的经济行为理论。

适应性市场假说仍然有留给最大化的余地，但是它与萨缪尔森的观点相比，提出了一个更温和的关于个体最优化其行为能力的假设。即使我们能够解微积分，我们通常也不会将其应用于我们的日常预算开支。适应性市场假说认识到，尽管进化压力要求最大化，但它们可能不会导致最优化的行为。进化成功的适应不一定是最好的，它只需要比别的更好。一个关于两个露营者被熊追逐的老笑话正确地描述了这一点，用进

化的语言来说就是："我不必跑得比熊快，我只需要跑得比你快。"

然而，适应性市场假说并非声称个人的行为仅由生物学决定。适应性市场假说是一个进化理论，但它不是一个进化心理学理论。许多进化心理学家的批评者都已经正确地指出，我们不仅仅是我们基因的总和。适应作用于多个层次。选择是一种强大的力量，它在较高水平的抽象思维中可以便利地起作用，就像其作用于人类基因一样。成功的思想被重复和传播，而不成功的思想被快速地忘掉。结果，选择不仅仅作用于我们的基因，而且也作用于我们的社会和文化规范。我们的适应性行为取决于选择发生的特定环境：我们的过去。

这意味着适应性市场假说下的个人消费理论与萨缪尔森的新古典主义理论从基础上就完全不同。在标准理论中，消费者根据自己想要的物品的价格，自动地计算如何最优地使用其金钱（他们最大化其预期效用）。他们的喜好随着时间的推移而固定，他们的行为只会随着价格的变化而变化。他们对过去的情况没有记忆，因为在有效市场假说下，价格已经反映了所有过去的信息，而在理性预期下，过去对预测未来的有用性为零。如果使用数学术语的话，消费者行为与路径无关：只有起点和终点重要。消费者将以数学上最优的方式，以完美"理性"的方式购买商品。

然而，在适应性市场假说中，消费者不会自动计算其资金的最优使用方式。他们买了什么不一定能反映出他们喜欢什么。相反，消费者行为反映了他们过去的进化和经济环境，也就是他们的历史。消费者具备在漫长进化历史中发展出来的、由人类所共同遗传的那些行为偏差，也运用他们从个人经验中发展出来的那些直觉法和经验法则。

在适应性市场假说下，消费者行为高度依赖于路径。消费者的行为不至于完全混乱的原因是选择过程的作用。通过淘汰坏的行为和保留好的行为，选择过程确保了消费者行为虽然不一定是最佳的或理性的，但通常是足够好的。

1. Marshall (2009,78).

羡慕物理学的心理障碍

鉴于我们迄今为止所涵盖的证据的重要性，适应性市场假说似乎应该是常识。比如，像“个人的理性程度有限”这样的结论就很合理。它符合我们的主观经验，并且符合来自心理测试的所有证据。我们中很少有人有能力理解5级心智理论，或者在国际象棋游戏中推演5步以后的结果。我们很少人能够计算我们头脑中的经济最优化问题。我们的理性明显是有限的，适应性市场假说是一个自然的结果。事实上，适应性市场假说是非常合乎情理的，以至于怀疑者可能会怀疑为什么经济学家居然这么长时间都没有考虑过它。有什么内幕吗？

经济学家60年来一直抵制赫伯特·西蒙的有限理性理论及其在经济上和金融上的应用。其实你可能会认为这有点儿“不理性”。对这种经济学家的心态的解释可以毫不意外地在人类行为中发现，特别是在社会科学中，或者，对于那些不认为经济学是科学的人来说，应该称为社会学。

关于经济学界的一个鲜为人知的事实是，经济学家们（也包括我）都被一种心理状态所困扰，这种状态被恰如其分地称为“羡慕物理学”。物理学家可以用牛顿的三大运动定律解释所有可直接观察到的物理现象的99%。经济学家也期盼着我们也能有这样的三条定律，能够解释我们专业范围内99%的可直接观察到的行为。相反，我们可能只能用99条定律解释所有经济行为的3%，这是我们极度沮丧的根源所在。所以我们有时会用物理学的装饰来掩盖我们的想法。我们制定公理，从中得出看似数学上严格的普遍经济原则、仔细校准过的模拟，以及对这些理论的非常偶然的检验。

不过，有几位物理学家已经向我指出，如果经济学家真的羡慕他

们，那么他们应该更加重视对理论预测的实证验证，并且更少地依赖那些被数据所拒斥了的理论。这两者看起来都不符合我们经济学界的特点。事实上，我相信我们困扰于一个更严重的痛苦：羡慕理论。

情况并非总是如此。在18世纪和19世纪，经济学甚至不被称为经济学，它被称为“政治经济学”，主要由哲学家、神学家而非数学家研究。但在1947年，一项剧烈的变动打破了这一传统，这归功于保罗·萨缪尔森一人，这位20世纪最重要的经济学家。

正如我们在第1章中所看到的，萨缪尔森在构造出有效市场假说上发挥了关键作用，甚至在尤金·法玛的重要贡献之前。然而，在他开始思考金融的几十年之前，萨缪尔森在改变经济学家的从业方式上甚至扮演了更重要的作用——仅仅作为一名研究生。萨缪尔森改变了经济学的行动方向，在这个过程中，不管是福是祸，他让经济学领域中的所有人都有了羡慕物理学的心态。

他的影响始于他1947年的博士论文。如前所述，这个论文被起了一个（尤其是对一个研究生而言）雄心勃勃的标题：《经济分析基础》。即便是爱因斯坦也没有放肆到给自己的论文命名为“现代物理学基础”，即便他有资格这么做。但言归正传，历史证实了萨缪尔森在1947年已经知道的事实：他的论文事实上已经成为现代经济学的基础。即使是在今天，每位经济学的一年级博士研究生都需要从《经济分析基础》中汲取思想。

萨缪尔森从现代数学、物理学中找到了灵感。事实上，数学物理学家埃德温·比德韦尔·威尔逊（Edwin Bidwell Wilson）在哈佛指导过萨缪尔森。1998年，萨缪尔森在一篇关于他的论文思想起源的有趣文章中描述道：

也许与《经济分析基础》的起源关系最紧密的是哈佛大学的埃德温·比德韦尔·威尔逊（1879—1964）。威尔逊是伟大的维拉德·吉布斯

的最后一个（而且基本上是仅有的）门徒。他是一位数学家、一位数学物理学家、一位数学统计学家、一位数学经济学家，还是一位在自然科学和社会科学的许多领域做过一流工作的博学者。我也许是他唯一的门徒……我很早就接受这样的思想，知道经济学和物理学可以分享相同的形式数学定理（齐次函数的欧拉定理、魏尔斯特拉斯的条件极值定理、勒夏特列反应中的雅可比行列式性质等），即使实证基础和事实并不相同。注

约西亚·威拉德·吉布斯这个名字在今天并不家喻户晓，却是美国历史上第一位值得注意的理论物理学家，被爱因斯坦誉为“美国历史上最伟大的头脑”。威尔逊是吉布斯的门徒，萨缪尔森是威尔逊的门徒，而从某种意义上来说，今天所有的经济学家都是萨缪尔森的门徒。难怪现代经济学家倾向于羡慕物理学——物理学是我们直接智力进化谱系的一部分！

萨缪尔森借鉴了从数学物理学那里“批发”来的方法，将其运用在《经济分析基础》中。事实上，在他最重要的想法之一的脚注中，萨缪尔森坦诚地宣布：“这基本上是热力学的方法，它可以被看作是基于某些假设的纯粹演绎科学（特别是热力学第一和第二定律）。”注自1947年以来，经济学文献紧随萨缪尔森的领导，从数学物理学那里借鉴灵感和方法，这其中包括了理性预期和有效市场假说的发展。

这种借鉴本身就是对环境的适应。在接受“萨缪尔森疗法”之后，经济学中的许多问题都变得可被人类智慧处理了。我们可以阅读来自保罗·萨缪尔森之前的经济学者的古典著作，比如像亚当·斯密、约翰·斯图尔特·密尔（John Stuart Mill）、马克思或约翰·梅纳德·凯恩斯那样的伟大思想家，并且迷失在冗长的抽象文本当中。萨缪尔森允许经济学家用粗笔刷像一把弯刀一样切入其冗词赘语，数学地、严谨地分析经济问题，而不必解释来自诸如哲学家或神学家的文本。经济学的智力环境中充满了可以用这些超数学技术解决的问题。

更进一步地说，这种从物理学上的借鉴在金融上也是有利可图的。正如我们在第1章中看到的，金融学与物理学的平行之处可能非常接近。例如，资产价格的变动与布朗运动中的粒子运动之间的相似性导致了随机游走假说。这意味着金融经济学家经常可以使用与物理学家相同的数学：布莱克–斯科尔斯–默顿期权定价模型也恰好是热力学方程的解（热量也是随机运动的产物）。

了解到萨缪尔森在现代金融经济学的诞生中也起到了重要的作用，这并不令人惊讶。1967年，他招聘了一名具有加州理工学院应用数学硕士学位的年轻工程师，让其加入MIT的博士项目中。由此，萨缪尔森将他的接力棒传递给了下一代金融学者。他的诺贝尔经济学奖得主门徒罗伯特·默顿继续创建了现在被称为金融工程领域的大部分，以及至少价值三万亿美元的金融行业的分析基础：期权交易市场、场外金融衍生品和结构性产品，以及信用衍生产品。

但理论在经济学中的崇高地位并不只归功于萨缪尔森一人。它是由二战后半个世纪以来许多知识巨头的累积效应造成的。他们对数学经济学的兴起负责。这些巨头之一，吉拉德·德布鲁（Gerard Debreu）提供了一个对这一硕果累累的时期的目击证据：“在过去的50年间，理论物理学一直是难以接近的理想，经济学理论往往拼命向着它努力。在此期间，这一努力成为经济理论数学化的强大刺激因素。”[注]德布鲁指的是一系列突破，这些突破不仅大大加深了对经济理论的认识，而且在经济理论的实际应用上也凸显出了诱人的可能性，包括货币政策、金融稳定和计划经济。这些突破包括博弈论、一般均衡理论、不确定性经济学、长期经济增长理论、投资组合理论与CAPM（资本资产定价模型）、期权定价理论、宏观经济学模型、可计算的一般均衡模型，以及理性预期。[注]这些贡献得到了诺贝尔奖委员会的认可，并将经济学的领域从绅士学者所追求的道德哲学的遥远一角，彻底改变为一种已然羽翼丰满了的科学努力，它并非完全不像[注]艾萨克·牛顿用三个简单定律解释行星运动所运用的那种演绎过程。

经济学的数学化现在已经在很大程度上完成了：我们有了动态随机一般均衡模型、理性预期和复杂的计量经济学技术，它们取代了上一代经济学家的不太严谨的论断。然而，虽然萨缪尔森正在为后代经济学家播下羡慕物理学的种子，但他非常清楚经济学中数学推论的局限性，正如他在《经济分析基础》的序中预先警告的那样：

经济学的著作中，不管是理论的还是应用的，只有很小的一部分能推导出有操作意义的定理。在某种程度上，这是经济学定律独立于任何实证人类行为，从一些具备严谨和可信性的先验假设得出的、不良方法论下的先入之见的结果。但只有极少数的经济学家能想到这一层。如果得到任何结果的话，大多数经济学家都将乐意一字一顿地阐明有意义的定理。事实上，这些研究中充斥着虚假的一般化。

我们不必深入地挖掘来寻找例子。在效用问题上，已经有了数百篇深入研究的论文。采用一些糟糕的心理学，加入一些糟糕的哲学和伦理，再运用足够多的糟糕逻辑，任何经济学家都可以证明一个商品的需求曲线是向下倾斜的。[注]

我提过萨缪尔森写下这些话时他只是一个研究生吗？

在许多方面，羡慕物理学（或更广泛地说，羡慕理论）将经济学家引向了“不良方法论下的先入之见”的陷阱。从可信度上，西蒙的有限理性清晰地战胜了萨缪尔森的效用最大化的新古典主义理论，但在萨缪尔森之后，大多数经济学家根本对内部状态的现实表现不感兴趣。他们适应了新的智力环境。他们希望经济学理论像给美国带来了原子弹的核物理学那样强大而抽象。他们不信任主观的衡量，他们也不信任整个心理学。他们想要一种看起来像数学和物理学的理论，而不是生物学。

按照这个标准，有效市场假说以及理性预期的相关理论，明显地打败了持有“满足”概念的竞争者。有限理性看似在硬科学憎恶的灰色地带工作。“煽情”已经成为滥用软科学的贬义词，而对于大多数与西蒙同一

个时代的人来说，满足这一概念似乎相当于“煽情”。对一代人或两代人而言，这些观点是有效的。经济学家以可以想象的方式运用高度数学化的理性行为理论，但没有意识到他们的环境中那些适于这些理论的问题正在枯竭，也没有注意到他们的领域正恢复其神学根源。

这一方法的问题恰恰在于，生物学比物理学更加适用于经济学。从我们到神经科学和进化理论中的短途旅行中可以看出，与在数学物理学启发下的理论相比，生物学与人类行为和有限理性更相关。事实上，大多数现实世界的经济现象简单看来比物理学更像生物学，很难找到完美符合优雅数学推导的经济思想。

物理学家欧内斯特·卢瑟福（Ernest Rutherford）轻蔑地将每个非物理学的领域都斥为只不过是“邮票收集”。但从研究经济学的角度，生物学比物理学具有更强的方法论优势。经济概念自然地对应着生物学中的概念，反之亦然，例如稀缺资源的分配和人口多样性的衡量。生物学和经济学都涉及复杂的系统性研究，而牛顿物理学的美妙、简单在超过两个要素的系统上将面临棘手的困难，如经典力学中的三体问题。[注]生物学中已经有很多关于竞争、合作、人口动态、生态和行为的故事，远比集邮的水平要深入得多。即使没有适应性市场假说的框架，一些经济学家也使用生物学思想来阐释自己的经济动态和市场行为理论。

然而，生物学与物理学之间最重要的差异，以及暗含着的生物学驱动的适应性市场假说与物理学友好的有效市场假说之间的差异，在于生物学具有单一、强大、一致的基本原则：达尔文自然选择的进化理论。今天，物理学作为“万物的理论”有许多挑战者，但对于经济学家，它们的作用却非常有限。

---

1. Samuelson (1998,1376).
2. Samuelson (1947,21).
3. Debreu (1991,2).

4. 博弈论（von Neumann and Morgenstern 1944，Nash 1951）；一般均衡理论（Debreu 1959）；不确定性经济学（Arrow 1964）；长期经济增长（Solow 1956）；投资组合理论与CAPM（Markowitz 1952，Sharpe 1964，Tobin 1958）；期权定价理论（Black and Scholes 1973，Merton 1973）；宏观经济学模型（Tinbergen 1956，Klein 1970）；可计算的一般均衡模型（Scarf 1973）；理性预期（Muth 1961，Lucas 1972）。

5. “并非完全不像”（Not entirely unlike）这一用法来自英国作家道格拉斯·亚当斯（Douglas Adams）所写的科幻小说丛书《银河系漫游指南》（The Hitchhiker’s Guide to the Galaxy），通常用来表示对某种事实上完全不相似、但某个不重要的特征相似的事物的讽刺。在这段情节中，阿瑟·登特（Arthur Dent）试图让“自动营养饮料合成机”制造一杯茶。结果，它制造出了一种大部分人都觉得难喝的“不太像，但并非完全不像茶”的混合物。后来该短语成为一句俚语。——译者注

6. Samuelson (1947,3).

7. 尽管研究进行了三个多世纪，但直到最近的2013年，物理学家仍在发现新的方法来描述三个互相施加引力的天体（Šuvakov and Dmitrašinović 2013）。

站在巨人的肩膀上

尽管羡慕物理学和理论可能导致经济学家走向不切实际的数学极端，但毫无疑问的是，经济学家从物理科学和自然科学的成功中获得了巨大的启发，而且这种启发已经带来了丰厚的回报。1676年，在给罗伯特·胡克（Robert Hooke）的一封信中，艾萨克·牛顿写道：“如果我比别人看得更远，那是因为我站在巨人的肩膀上。”这是一份特别谦虚的声明，来自一个巨人，传递给另一个巨人。学术界的进步很少发生在真空中，而是在时间的长河中，我们在别人的思想和工具以及人群的智慧的基础上依次增建的。适应性市场假说当然也不例外。事实上，我们经常可以看到一个真正的科学发现往往发生在几个不同的研究计划趋向于同一个想法的时候，正如进化生物学家爱德华·威尔逊所说的“和谐”注（字面上看意为“一起跳跃”的知识）那样。除了赫伯特·西蒙有限理性的概念之外，过去和现在的其他那些为适应性市场提供支持的学术研究都值得回顾。

我们当然不是第一次尝试将生物系统的经验与经济思维相融合的人，我们已经提到了托马斯·马尔萨斯，他利用生物学实例来说明他的人口增长原理。作为英国国教的神职人员，他用道德语言来表达自己的论述，但是他的推理可以用当今经济学家熟悉的术语轻易重述。

达尔文逝世后，进化理论衰落下去，几十年来一直没有发展，它的一个简陋的版本（“社会达尔文主义”）惯于证明不人道的政府政策是合理的。因此，它倾向于吸引局外人。一个例子是托斯丹·凡勃仑（Thorstein Veblen）。当你使用短语“炫耀性消费”来描述一种特别慷慨的财富展示时，你正在使用凡勃仑的概念之一。今天，凡勃仑被视为20世纪伟大的社会学家之一，但在他的一生中，他被认为是一个变节的经济学家。

凡勃仑认为，经济学需要重塑成一门进化科学。他觉得经济学太专注于“快乐主义”——但是在这里我们应该考虑利润最大化的理性经济人，而不是春假里喜欢去派对的人。依凡勃仑所说：“经济学家已经接受了关于人性和人类行为的快乐主义的先入之见，而快乐主义心理学给出的经济利益的观念并不能为人性发展理论提供充足的材料……因此，就思维习惯的累积增长而言，它迄今为止并没有被理解或欣赏，并且也没有引起进化方法在其上面的运用，尽管它确实很适合这种方法。”[注]在正式的学术演说之外，这段话应该听起来很熟悉。但是当凡勃仑在1898年写这篇文章时，他的观点与学术界格格不入，自然选择仍然是生物学家之间需要辩论的问题，进化理论正处于其低谷时期。

正是生物学和统计学之间了不起的融合挽救了进化理论，这个融合被称为群体遗传学，首先由英国数学家罗纳德·艾尔默·费希尔（Ronald Aylmer Fisher）提出。[注]费希尔表明，通过观察其基因的群体数量，人们可以通过数学模拟种群中的自然选择。如果一个基因使一个生物体不太适应其环境——比如，第5章中被烟灰覆盖的树上的一只白色的桦尺蠖——则该基因的比例会减少；反之亦然，如果一个基因使一个生物更适应环境——被烟灰覆盖的树上的一只黑色的桦尺蠖——则该基因的比例会上升。（这个计算首先由伟大的英国传教士霍尔丹在1924年发表。）[注]事实上，第6章中的对毛毛球的思想实验就是由费希尔模型直接演变而来的。

费希尔对群体遗传学的发展是一项关键创新，它使得现代数学进化理论的进步成为可能。这一创新引发了许多新思想，其中包括在第5章中介绍过的社会生物学和进化心理学。威尔逊最近与数学家马丁·诺瓦克（Martin Nowak）合作的一项对群体选择的研究——自然选择不仅仅作用在基因或个体上，也作用在一群个体组成的群体上的想法——引起了关于进化论社会背景下的适用性的新争议。[注]更机械化的进化心理学的版本已被有影响力的、目前担任马克斯·普朗克人类发展研究所ABC（适应行为与认知中心）主任的德国心理学家格尔德·吉戈伦泽尔

（Gerd Gigerenzer）提出。吉戈伦泽尔及其在ABC的合作者将西蒙的直觉法和有限理性的概念，带到了其在法律、医疗和商业决策领域的逻辑算法结论中。[注]

许多经济学家都注意到了社会生物学，只要看到大众媒体的报道就能注意到它，但很少有人认为可以将其实际应用于经济学。加利福尼亚大学洛杉矶分校的阿门·阿尔奇安（Armen Alchian）是一个显著的例外。阿尔奇安在二战期间通过对统计学的研究了解了费希尔的工作。战后，阿尔奇安将达尔文的突变和自然选择的原则应用于企业理论的基础问题上：为什么一些企业成功，而另一些企业失败？阿尔奇安发表于1950年的优秀答案是：企业的生存是一个进化过程。显然，所有的企业都想最大化利润，但有些企业，完全由于随机误差，在给定的商业环境中更能获得利润，而其他企业则发现自己在亏损，所以被淘汰。[注]

与适应性市场假说不同，阿尔奇安只将其分析应用于企业的层面，而不是个人投资者或经济个体，也不是更大的市场或宏观经济。然而，阿尔奇安为加州大学洛杉矶分校的同事杰克·赫什莱法（Jack Hirshleifer）铺平了道路，后者于1977年在经济语境下讨论了威尔逊的新的社会生物学思想。[注]跟随着威尔逊，赫什莱法看到，在各个经济层面上都有进化的力量。对赫什莱法来说，进化决定了个人偏好和效用函数的形式，为非自私的经济行为提供了基础，并解释了经济竞争和专业化的力量。这些在赫什莱法的解释中是非常抽象的类比（考虑到当时的神经科学知识水平，这可以理解），而诸如效用函数等概念的进化基础已由亚瑟·罗伯森（Arthur J.Robson）和拉里·萨缪尔森（Larry Samuelson）等研究人员正式地解决了。[注]然而，赫什莱法假设市场是有效率的，并且假定了一个静态的环境，经济进化过程自然地趋向于均衡状态，而不是适应性市场假说所暗示的复杂的市场动态。

最近，越来越多的经济学家开始探索生物与经济之间的其他联系，包括社会生物学的经济延伸、进化博弈论、对经济变迁的进化解释、作

为复杂适应系统的经济体、关于后代数目的不确定因素对当前消费模式的影响，以及生物学对新古典经济学的广泛适用性。[注]尽管这些研究与金融市场没有直接的关系，但它们表明，并不是所有的经济学家都执着于理性经济人（尽管替代概念还不是经济学主流）。金融学学术中关于进化思维的应用较少，但确实存在。这些应用中，一个流行的话题是存在着理性和非理性交易者的金融市场的长期性质，以及“最富者生存”并不总是意味着非理性交易者和非理性策略被淘汰。[注]为了给这些贡献创造更多的能见度，张瑞勋（Ruixun Zhang）和我最近编辑出版了一本《生物经济学》（*Biological Economics*），很多这类文章已经转载在内。[注]

1984年在美丽的新墨西哥州圣达菲镇发起了一项倡议，旨在鼓励经济学家、生物学家、物理学家和其他科学家之间开展更好的合作。圣达菲研究所的任务是在复杂适应系统这一新领域开展突破性的研究。使用被称为“非线性动力系统”的数学分支，这些圣达菲研究所的科学家将他们的天赋转向自然、物理和社会科学中的复杂实际问题。一个研究方向涉及使用计算机模拟受适应性压力影响的经济主体，以产生令人熟悉的市场动态。事实上，布赖恩·阿瑟（W.Brian Arthur）和其他圣达菲研究所合作者直接从分子生物学的发现中获取灵感，创造了一个人造的股市，其中的交易者使用类似DNA的指令程序来预测市场行为，伴随着定期的突变和选择。[注]

其他方法，如J.多因·法默（J.Doyne Farmer）的一些方法，侧重于描述市场参与者之间的动态和相互作用，这些参与者采用生态学术语构建的数学框架中已知的策略。他的主要观点是，交易策略以市场无效率“为食”，但它们也影响这些无效率，创造出一个充满活力的动态景观，其中完美有效率的情况是永远不会实现的（我们将在第8章再次讨论多因和这些观点）。[注]麦肯锡研究员、前圣达菲研究所访问学者埃里克·贝哈克（Eric Beinhocker）将大部分进化复杂性的视角观点综合在

《财富的起源》（*The Origin of Wealth*）这本书中。注圣达菲研究所对经济学正统的许多批评与适应性市场假说相似。然而，适应性市场假说给过去的环境和适应性赋予了更大的权重，以此解释市场行为。并且像达尔文之前的理论和法默的交易策略生态系统一样，适应性市场假说并不做出任何关于不可避免的趋势或最终状态的假定。

达尔文的自然选择进化理论是19世纪许多将世界视为一个连贯体系的尝试之一。德国古典哲学试图解决源于古代哲学的理想与真实之间的哲学对立关系，根据对立过程分析了这些系统，揭示了更深刻的结论，发展出了诸如费希特（Fichte）的“命题、对立、综合”和黑格尔的辩证法等概念。这一切成为一位名叫马克思的革命记者的理论基础，他也许是100年间这个地球上最有影响力的经济学家（也许按某些标准衡量的话，“100年间”可以去掉）。马克思理论的吸引力不仅因为其革命性的政治内容，而且也是因为其对德国、俄国和中国等新兴工业化社会的解释力。辩证法给出了经济变化的动态描述，直到20世纪50年代现代经济增长理论的发展，主流经济学才有了令人信服的解释可以与之相提并论。

结果，许多欧洲经济思想家发现自己受到马克思主义思想的影响，即使他们鄙视马克思主义政治学。具有伟大的企业家精神的约瑟夫·熊彼特（Joseph Schumpeter）把马克思主义关于资本定期摧毁自身的思想借鉴过来，并将其转化为积极的意义，称之为“创造性破坏”，这是资本主义体系下一阶段的必要进化创新。注熊彼特的想法被西德尼·温特（Sidney Winter）和理查德·纳尔逊（Richard Nelson）进一步发展，他们将自然选择应用到工业组织和增长理论上，发现这可能解释了经济生产力和产业结构的变化。注

其他一些人则完全拒绝了马克思主义思想，但意识到了有效市场的静态方法是不完整的。经济学家弗里德里希·哈耶克（Friedrich Hayek）在他的工作中最广泛地运用了进化论。然而，哈耶克不相信达尔文的突

变和自然选择的原理可以应用于生物学之外。[注]同时，奥地利哲学家卡尔·波普尔（Karl Popper）及其学生乔治·索罗斯对绝对知识的怀疑，导致了索罗斯发展了他的自反性理论，并且发现可以非常成功地将其应用到实践中，以利用理应有效的市场。[注]虽然他的理论不是严格的进化论，但它确实分享了适应性市场假说中发现的反馈循环，以解释反直觉的市场动态。乔治·索罗斯在市场动态方面并不浅薄，正如我们将在下一章中看到的那样。

在本章中，我们一直在经济学和生物学概念之间寻找相似之处并进行类比。这些对不太在意的读者来说看起来可能有点草率，但是进化论的普遍性使我们能够在经济环境中使用生物推理。投资者失败的投资组合策略是否真的像一只大白鲨在海滩上搁浅那样？是进化理论的巨大力量和影响力使他们的行为可以互相比较。投资者和鲨鱼都经历了强烈的选择性压力，使他们成为他们的是：获益和损失，生存和死亡。投资者和鲨鱼都非常适应自己的环境。然而最终，投资者和鲨鱼在环境突然变化、他们调整得很好的适应性辜负了他们时，陷入了挣扎。

在随后的与汤姆·布伦南和张瑞勋合作的研究中，我们以多种方式扩展了二元选择模型，使得模型更加接近于现实生物学——例如引入突变，允许多种来源的繁殖风险，以及表明在多个层面会同时发生自然选择。这些扩展证实了心理学家和行为经济学家发现的许多行为偏差可以通过应用二元选择模型的简单进化过程轻松生成。你只需要正确的环境——在许多情况下，这意味着系统的繁殖风险——以及足够的时间。由于我们的二元选择模型提供了行为和环境之间的明确联系，所以我们可以预测最有可能引起特定行为的环境种类。这些预测可以在此后通过以下几种方式得到验证：使用关于过去环境的历史数据；进行现场实验，重新创建这些环境，然后检查实验对象是否按照我们的理论预测来表现行为；组织案例研究，为理论提供逸事支撑[注]。我的合作者和我正在进行所有三个方向中的研究，你将在接下来的章节中读到一些早期的发现。但是，适应性市场假说的一个近乎完美的例证可以在金融行业内部

的一小群精英人士之中找到，这些人通常被神秘感笼罩着：对冲基金经理。

用一个理论来击败另外一个理论，而适应性市场假说是新的挑战者。但是目前挑战者还处于起步阶段——现在的领跑者已经占据头名长达50年，而且还需要大量更多的研究，才能使这些思想如同现有的定量金融模型一样能立即起作用。此外，科学本身也是一个进化过程。在理论、数据和实验之间，适应性市场假说要么会生存下去，要么被将来更令人信服的理论所替代，要么被很快遗忘。但即使在这个早期阶段，很明显，这一假设可以优雅地解决与有效市场假说矛盾的许多反例。

在我们的新框架内，市场行为适应给定的金融环境。一个有效的市场只不过是在不变的金融环境下，一个市场的稳定状态极限。这样一个理想化的市场在实践中不可能存在，但它仍然是一个有用的抽象概念，可以在某些条件下近似成立（稍后我将会提供一些例子）。要了解这些条件是什么，我们将看向经济领域的一个角落，在那里竞争如“血红的牙齿和利爪”一般激烈：对冲基金行业。

---

1. Wilson (1998).
2. Veblen (1898).
3. Fisher (1930).
4. Haldane (1924).
5. Wilson (1975),Nowak,Tarnita,and Wilson (2010).
6. Gigerenzer (2015),Gigerenzer and Gaissmaier (2011).
7. Alchian (1950).
8. Hirshleifer (1977).
9. Robson (1996a,b;2001a,b) and Robson and Samuelson (2007;2009).
10. 对于社会生物学的经济延伸，参见Becker（1976），Hirshleifer（1977），以及Tullock（1979）；对于进化博弈论，参见Maynard Smith（1982；1984）和Weibull（1995）；对经济变迁的进化解释，参见Nelson and Winter（1982）及Andersen（1994）；对于作为复杂适应系统的经济体，参见Anderson，Arrow and

Pines（1988）；对于考虑后代数目的不确定性对当前消费模式的影响，参见Arrow and Levin（2009）；对于生物学对新古典经济学的广泛适用性，参见Burnham（2013）。Hodgson（1995）包含了经济与生物学交叉研究的更多例子，而《进化经济学期刊》与《进化建模与经济动态电子期刊》等学术刊物为日益增长的文献提供了出版场所。

11. 例如，DeLong et al.（1991）及Blume and Easley（1992）探索了理性和非理性交易者的长期生存状况，并且表明了非理性可以存在下去；Waldman（1994）表明了自然选择和有性繁殖可以产生非最优的或“次优的”行为；Luo（1995；1998；1999；2001；2003）探索了作用在期货市场和作为交易媒介的金钱上的自然选择的含义；Arthur et al.（1997）开创了基于代理问题的模型，他们模拟了用简单直觉法编写的软件主体间的相互作用，这种模拟很大程度上依赖进化动力学；Hirshleifer and Luo（2001）考虑了在竞争性有价证券市场上过度自信的交易者的长期前景；Kogan et al.（2006）表明即便在其财富可以忽略的情况下，非理性交易者也可以影响市场价格；Lensberg and Schenk–Hoppé（2007）根据Kelly标准推导出了投资策略的大数渐进性质； Hens et al.（2011）推导出了价值类股票溢价问题的进化解释。

12. Lo and Zhang (2017).

13. Arthur et al.(1997).

14. Farmer (2002),Farmer and Skouras (2013).

15. Beinhocker (2006).

16. Schumpeter (1942).

17. Nelson and Winter (1982).

18. Hayek and Bartley (1988,23–25).

19. Soros (1987).

20. 逸事支撑，通常指来自传闻、故事或经验的证据，亦即并非来自实证检验的证据。——译者注

第7章 金融的加拉帕戈斯群岛

量子力学

300年来，伦敦一直是世界上最伟大的金融中心之一，是金融创新和稳定的典范。然而，在1992年，进化的力量正努力地改变着这座历史悠久的城市。东欧共产主义的衰落给国际金融环境带来了冲击。这一地缘政治上的剧变似乎为欧洲各国更广泛的经济一体化开辟了新的道路，这其中包括英国。在对统一欧洲货币（当时尚未称为欧元）的提议怀疑了10年之后，英国已经成为欧洲汇率机制的新成员，使其货币与欧洲其他货币保持同步。作为替换英镑的前奏，英国政府承诺英镑相对于德国马克将保持稳定的汇率。英国的货币官员认为，一个额外的好处是这将为英国带来一部分德国所拥有的传奇的抗通胀能力。

然而，到1992年，一些观察家显然已经明白，英国在这个机制中把汇率设定得太高了。换句话说，英镑被高估了。实际上，这并不重要，只要英国财政部仍然愿意在设定汇率的底部买入英镑——无论多少——保证英镑汇率稳定在浮动范围内就好。由于英国是世界第六大经济体，政权的命运与欧洲计划的成功联系在一起，所以没有人真的认为英国会放弃维持汇率。

然而，“没有人”指的是除了一个叫作量子基金的神秘金融机构之外，这是一个之前提到过的投资者乔治·索罗斯管理的秘密对冲基金。在1992年，即使在金融界，也很少有人知道究竟是什么是“对冲基金”。更少的人知道，在当年8月，量子基金已经做空了价值15亿美元的英镑。索罗斯发现英国已经给了他一个绝佳的对赌机会。要么英格兰银行顶住经济下行的压力强行保持住英镑的汇率，这种情况下量子基金会有一些很小的损失；要么英格兰银行放弃支撑英镑，这种情况下量子基金将在不远的未来收获颇丰。

1992年9月14日星期一，德国联邦银行（其国内地位相当于美联储）总裁赫尔穆特·施莱辛格（Helmut Schlesinger）在《华尔街日报》（*Wall Street Journal*）采访中间接评论说，有一两种货币可能会在不远的将来受到汇率变化的压力。对于索罗斯来说，这是个好消息。在9月15日，他告诉他的交易员要重拳直击要害，而不是仅仅稍微增加头寸。量子基金将它的英镑空头头寸从15亿美元增加到100亿美元，远远领先于其他投资者。[注]

第二天，9月16日，就是著名的“黑色星期三”。英格兰银行买入了数亿英镑，并将短期利率提高到非常高的水平，但它不能阻止英镑在低于欧洲汇率机制的规定范围水平进行交易。当晚英国正式退出了加入欧洲共同货币的尝试。这之后英镑仍然独立于欧元。在2016年，英国的选民投票选出离开欧洲共同体，断绝了任何英镑被取代的可能。

那么索罗斯和他神秘的量子基金呢？在10月，意大利工业家吉阿尼·阿涅利（Gianni Agnelli）透露，他从量子基金的投资中赚来的钱比从拥有意大利汽车巨头菲亚特的所有权中获得的更多。一些简单的计算显示，索罗斯的基金从做空英镑中净盈利至少达几十亿美元。[注]短短几天的时间内就赚到这个数，这个回报是相当不错的。

许多金融经济学家曾经认为，如果市场真的没有效率，那么应该存在系统性的策略，允许投资者利用这些低效率，让他们迅速赚到大钱。这些神话般的、可以打败市场的亿万富翁在哪里呢？

事实证明，这些神话般的亿万富豪就在我们的眼皮子底下。我们称他们为对冲基金经理。

---

1. Mallaby (2010,160–161).
2. Ibid.,167.

不可能完成的任务

有效市场假说对于投资者而言是一把双刃剑。如果市场真正有效率，那么没有多少分析可以帮助投资者打败市场，所以为什么不投资于指数基金呢？今天，指数基金和被动投资是金融界的重要组成部分，这是有效市场假说的一个惊人的成功。然而，这个假设有一个非常令人不快的结论：如果没有分析能帮助投资者击败市场，我们要怎么解释乔治·索罗斯打败了英格兰银行，约翰·保尔森（John Paulson）从2007—2008年押注房地产泡沫中获得了200亿美元的利润，或者是计算机科学家大卫·肖（David Shaw）和数学家詹姆斯·西蒙斯（James Simons）的对冲基金一直能够打败市场的非凡表现？有效市场假说下的标准解释是，这些人在某种程度上只是“幸运”，他们的回报只是统计分布的尾端，而不是施展任何特定技能的结果。然而，当我们观察他们创造的非凡纪录的细节，以及许多其他非常成功的对冲基金经理的工作细节的时候，我们一定想知道是否还有其他的解释。

有效市场假说对投资者来说是一个利益攸关的悖论。1980年，经济学家桑福德·格罗斯曼（Sanford Grossman）和约瑟夫·斯蒂格利茨（Joseph Stiglitz）认为，如果没有机会从市场缺陷中获利，投资者就没有理由搜集和分析市场用来确定价格的信息。[注]这到底是什么意思呢？价格发现过程不是免费的，而在没有经济激励的情况下——换句话说，就是如果没有套利机会或者市场无效率——金融市场的流动性将不复存在。根据格罗斯曼和斯蒂格利茨的观点，完全有效的市场其实是不可能存在的。

适应性市场假说通过观察到价格不会自动反映所有可用的信息，来漂亮地解决这些困难——价格怎么可能反映所有信息呢？我们已经注意到买家和卖家并没有使用所有可用的信息做出决定——而是使用一些信

息和直觉。这些直觉可以非常复杂，比如像肖和西蒙斯的定量策略，但它们仍然是一种直觉。然而，随着市场竞争越来越激烈，投资者必须调整其直觉来维持利润。在稳定的条件下，通过利用市场上任何残余信息、错误定价或套利机会，日益高效的策略形成的“良性循环”可以不断进化。在理论上的无摩擦极限情况下，适应性市场假说包含有效市场假说，并将其作为一种特殊情况。但实际上，这个极限很少能够达到，如果能够达到，也通常不会持续很长时间。

今天的金融市场远够不上被称为完全有效市场。尽管投资策略非常不同，但不同的投资者，如沃伦·巴菲特和詹姆斯·西蒙斯，一直拥有能够战胜有效市场假说的指数基金。与有效市场假说不同，适应性市场假说并不要求市场随着时间的推移总是变得更有效率。相反，它预测更复杂的市场动态。正如地球上的一些物种在新的物种出现时已经灭绝，金融市场的历史充斥着崩溃、恐慌、狂躁、泡沫和其他自然的市场现象。任何使金融市场更有效的趋势都是人类智慧应用于市场的产物——一种以思维的速度进行的进化——不一定是市场本身带来的结果。

这就是为什么说对冲基金提供了适应性市场假说在现实中的理想例证，它实时演示了该理论与有效市场假说的不同之处。精明的观察者能够看到在它面前，对冲基金行业中发生的金融进化，这种进化的方式在金融市场其他发展较为缓慢的行业中是不可能看到的。在这方面，对冲基金行业就像是金融界的加拉帕戈斯群岛。

---

1. Grossman and Stiglitz (1980).

进化之岛

大约500万年前，距离现在的南美洲西南海岸几百英里的地方，一座火山在太平洋的表面出现。这块土地是全新的，几乎正好坐落在赤道上，距离最近的海岸数百英里。它的姊妹火山从大洋深处出现，形成一组岛屿，后世的地图制作者称之为加拉帕戈斯群岛。

随着火山岛屿的冷却，生命开始在它们坚硬的火山岩上出现。大多数生命是在被来自大陆的风浪运送了600多公里之后意外到达这里的。这些意外访客进入了一个炎热干燥的环境。只有具有合适的生存能力的物种才能存活下来：仙人掌之类特殊的植物、鬣蜥、著名的加拉帕戈斯巨龟，另外还有许多令人惊奇的小物种。说起来令人惊奇，因为加拉帕戈斯群岛孤立海中，离海岸有几百英里，几乎没有生物可以在这段危险的旅程中幸存下来。然而，由于进化的时间如此之长，即使每年仅有一百万分之一的生存机会，这种情况在500万年的时间内平均算来也会发生5次。

某种南美鸟类完成了这场意外的旅程，不仅生存了下来，而且在加拉帕戈斯群岛繁荣兴盛。这些意外的幸存者在存活于岛上的植物中发现了各种不同的新环境，鸟儿们也以不同的方式适应着环境。一些鸟类进化出了大而厚的喙，如扳手的钳口一般，可以夹开种子作为食物。其他的一些鸟类进化出长长的细喙，以小昆虫和花蜜为食。无论什么地方，只要有可靠的食物来源，幸存者的后代都能够进化并更好地获取该类食物。㊟

当年轻的英国自然科学家达尔文到达加拉帕戈斯群岛时，这些岛屿已经存在了500万年，他看到的多种多样的“雀”类让他感到困惑。㊟它们的饮食、形体大小和喙的形状各不相同，但它们的羽毛是如此相似，

以至于达尔文经常无法区分哪个是哪个。就在几年之后，他修改了记录自己在“小猎犬号”上旅行经历的书的第二版，提出了进化的理论：“当看到这个小型而关系密切的鸟群结构的渐变和多样性时，人们可能真的会想到，从这个群岛的原始的少量鸟类开始，一个物种为了不同的目的而不断改变。”[注]

我们现在知道，达尔文所记录的14个雀的种类（现在被称为“达尔文雀族”）生活在加拉帕戈斯群岛上，每个种类都适应于自己的生存环境，而它们都是从共同的祖先那里进化而来的。[注]现代生物学认为达尔文雀是“适应性辐射”的典型例子，“适应性辐射”是指一系列新的相关物种在生态变化的快速爆发中的扩散，每个新物种都利用不同的生态战略生存。

我们为什么要在有关金融市场的书中谈论太平洋地区的鸟类和岛屿呢？事实证明，金融界的对冲基金与加拉帕戈斯群岛的达尔文雀族有直接的相似之处。不同形式的资金就像遥远岛屿上的达尔文雀族一样不断地创新和激增。正如达尔文雀族的一个种类进化出厚厚的喙来粉碎种子，另一种用细小的喙来吮吸花蜜一样，乔治·索罗斯这样的基金经理将全球的宏观经济作为他的战略基础，而像约翰·保尔森这样的基金经理则以预测商业活动为战略基础。一些对冲基金策略在其他策略失败时获利，而在背后，对冲基金的形成、创新和灭绝也有稳定的规律可循。适应性市场假说解释了多样性：为什么一些对冲基金成功，为什么大多数对冲基金失败，以及为什么最大和最成功的对冲基金都采用了多种多样的策略。

---

1. 我向对细节更加好奇的读者推荐三本主题与达尔文雀族和它们的进化紧密相关，而且非常优秀的书：Peter.R.Grant和B.Posemary.Grant的How and Why Species Multiply:The Radiation of Darwin’s Finches；Reter R.Grant的Ecology and Evolution of Darwin’s Finches；Jonathan Weiner有关Peter R.Grant在加拉帕戈斯群岛上的研究的普利策奖获奖图书The Beak of the Finch:A Story of Evolution in Our Time。

2. Sulloway (1982).

3. Darwin (1845).
4. Sato et al.(1999).

对冲基金群岛

究竟什么是对冲基金？对于一些人来说，对冲基金被经营他们的强大人物的神秘面纱，以及他们创造巨大财富的魅力所笼罩。对于另一些人来说，对冲基金由于缺乏透明度而闻名遐迩。在这里，先从一位律师对我解释对冲基金是什么开始说起："对冲基金是一个私募伙伴关系，有开始和结束，并涉及一个普通合伙人和几个有限合伙人，每个合伙人都为这个合作伙伴关系带来了一些东西。一开始，普通合伙人带来了经验而有限合伙人带来了钱。最后，普通合伙人离开时带走了钱，有限的合伙人离开时带走了经验。"

更为正经的解释是，对冲基金基本上是一个私募投资伙伴关系，对一般投资者不开放，也不会向公众做广告。他们的目标是所谓的"有资格"或"复杂"的投资者——这意味着投资者必须有足够的资金，不用担心血本无归。目前，复杂投资者的法律定义是至少有250万美元的净值。因为这样的投资者可以承受重大的经济损失，同时通常了解私募投资合伙的风险，所以对冲基金的监管比共同基金或货币市场基金的监管要少得多。对冲基金过去几乎完全不受管制，但根据2010年《多德–弗兰克法案》，对冲基金现在需要向SEC（美国证券交易委员会）注册，并向政府提供一定量的信息。

即便如此，对于对冲基金什么可以做或什么不可以做的限制仍然很少。它们可以抓住各种各样的投资机会，可以针对不同的产品类别、不同的国家进行投资，可以做多、做空，可以以闪电般的速度也可以以更缓慢的节奏进行投资，等等。对冲基金还收取高额费用，包括通常为管理资产的1%~2%固定费用，和通常为收益的20%的激励费用——但对冲基金也可能提供很高的回报。即使是在扣除费用之后，这些基金中最成功者仍然能够获得远远高于普通共同基金的回报。然而，整个行业的损

失率却很高，从而更新速度也快：许多对冲基金停止经营，许多新的对冲基金也纷纷出炉。

这些特性使这个行业能够快速适应不断变化的市场环境。即使在最近的金融危机爆发之后，对冲基金仍然只受到松散的监管。这意味着它们进入的壁垒相对较低，可以很容易地在市场上的新的“火山岩”上生存下来。对冲基金的管理人员薪酬水平非常高，所以进化的回报是显著的。因此，有才华的投资组合经理从商业世界的各个角落里被吸引到对冲基金这个行业。对冲基金行业中的新策略和饥渴的企业家并不少见，反过来这又意味着激烈的竞争，适应特定盈利角度的过程更加快速而冷酷无情。

为了更好地了解对冲基金的独特性，我们将它们与更多其他的传统投资（比如共同基金）进行比较。假设共同基金拥有1000万美元的资本，并将其投入杏仁计算机公司，因为预计其即将发布便携式硬件Apricard（一种电子钱包），可以存储和管理超过1000张信用卡、银行卡、礼品卡和折扣卡。如果Apricard项目得以实施，并且杏仁计算机公司的股票价格上涨了10%，共同基金就可以轻易赚到100万美元。另一方面，如果Apricard项目最终搞砸了，杏仁计算机公司股价下降了10%，该基金就亏损了100万美元。大多数人都明白共同基金是如何运作的。

现在我们假设对冲基金有1000万美元的资本。由于神奇杠杆的存在——这只是借钱的另一种好听的说法——对冲基金能够以3∶1的杠杆购买3000万美元的杏仁计算机公司的股票。如果Apricard成功，这将会大大提升基金的回报。但是对冲基金也可以同时做空杏仁计算机公司的主要竞争对手——蓝莓设备公司的3000万美元的股票，蓝莓设备公司是蓝莓手机的生产者，同时制造一种真皮钱包，这种钱包和便携钱包一般大小，能够存储25张信用卡，还附有一个非常好的键盘。

对冲基金将赌注下在Apricard将使蓝莓钱包被淘汰，导致其股价下

跌。如果这个赌局获胜，而且蓝莓设备公司股价下降了10%，对冲基金将赚取300万美元，加上在杏仁计算机公司的杠杆头寸获得的300万美元，总共600万美元。典型的对冲基金经理将收取20%的费用，加上1000万美元资本的管理费，其总额达到140万美元。但投资者几乎不会抱怨多项收费，因为他们的1000万美元投资刚刚赢得了惊人的48%的收益率。

通过使用共同基金无法使用的杠杆和做空手段，对冲基金可以在正确投注时大大提高回报。但是对冲基金同时做多、做空的能力还有一个有趣的特性。比如说最糟糕的情况下，整个股市都崩溃了。杏仁计算机公司和蓝莓公司的股价都将下降，但对冲基金在蓝莓公司中的空头头寸将为该基金带来正利润，这将有助于抵消它在杏仁计算机公司的多头的损失。换句话说，对冲基金的空头头寸可以被视为对冲多头头寸，使基金的财富对市场波动较不敏感。这就是对冲基金被称为“对冲”的原因。大多数对冲基金都试图在市场双向波动的时候都能赚钱，要实现这个目标就得对冲股市投资比率。

这是个好消息，也是个坏消息：如果对冲基金下注错误——也许Apricard技术有一个缺陷，黑客可以窃取数百万的信用卡卡号，因此杏仁计算机公司股价遭受10%的损失，而蓝莓受益于竞争对手的困境获得10%的收益，对冲基金将损失600万美元，失去60%的资金。杠杆和做空也会放大亏损。

目前全球有超过9000家对冲基金，管理超过2万亿美元的资产，以及在自营交易柜台等有数不清的类对冲基金实体。事实上，对冲基金行业更像是20~30个家庭手工业行业，每个都有自己的特色。这个行业的组合显然是适应市场环境的：新基金始于一个策略下利用市场出现的新机会，而其他的基金在经历了另一策略的亏损后关闭。

但是我们为什么要关心对冲基金呢？就在1998年LTCM（美国长期资本管理公司）失败、对冲基金公司崩溃之后一位在金融学术界的同事

问了我这个问题：“这不就是一群富有的人失去了他们的钱吗，有谁在乎呢？”适应性市场假说提供了一个令人信服的答案：对冲基金是金融生态系统中的重要指标物种。在利好时期，对冲基金是“急先锋”，一旦市场中出现新的投资机会就会立刻冲上前去；在不利时期，对冲基金是“煤矿中的金丝雀”，他们是第一个因为资金错配而遭受损失的。

观察对冲基金行业可以让我们深入了解市场环境的变化。对冲基金快速且具有创新性，因为它们使用高杠杆，对市场的影响很大，和它们的资金规模不成比例。除了高净值人士之外，中央银行和主权财富基金、保险公司和养老基金也投资于对冲基金。这些大型机构的活动深刻地影响日常消费者的理财活动，普通人其实离金融生态圈只有一步之遥。你可能对对冲基金不感兴趣，但对冲基金可能对你有兴趣。

对冲基金的进化历史

让我们用适应性市场假说仔细看看对冲基金。数以千计的、活跃的对冲基金显示出惊人的金融多样性和创新能力。然而，在40年前，只有几百只对冲基金存在，其中大多数正在衰落。再前推40年，可能会有少数像现代对冲基金一样的投资伙伴关系，正在大萧条的深处挣扎。再前推40年，在有记录的金融界历史中，没有任何对冲基金存在的迹象。

从进化的角度来看，这是一个相当了不起的模式。尽管对冲基金作为一种投资形式相对简单，其核心是简单的私募合作伙伴关系，而且在过去20年来，其增长十分显著，但它受到欢迎还是最近的事。这种基金在现代金融环境中的兴起，与在不断变化的生物环境中成功生存下来的物种的演变十分类似。正如在任何动物的进化历史中一样，对冲基金的生存史上有错误的开始、种类多样性的爆发、大规模灭绝、适应和创新。然而，与生物进化不同，金融的进化以思维的速度进行，几代的想法就可以在一个高效的工作午餐的时间内出现。

像许多成功的适应一样，很难准确地确定第一只对冲基金是何时出现的。自20世纪20年代以来，或许在更早，他们可能就以不同的名字出现在金融界。传奇投资者沃伦·巴菲特认为，著名的价值投资倡导者本杰明·格雷厄姆（Benjamin Graham）在“咆哮的二十年代”管理的伙伴关系非常像现代对冲基金。但巴菲特补充说：“我没有声称本在20世纪20年代中期的伙伴关系是第一个。这只是我知道的第一个。”[注]

这些早期的伙伴关系是私人事务，不会引起公众注意。正是由于他们相对晦涩，金融界很少有人思考如何更创新地使用对冲基金。因此，这些原型基金在1949年之前在进化的意义上仍然停滞。

阿尔弗雷德·温斯洛·琼斯（Alfred Winslow Jones）通常被认为在1949年创立了第一只现代对冲基金。像许多对冲基金创新者一样，琼斯是金融界的外行。[注]作为一个在二战之前紧张的政治环境中加入了共产主义团体的社会学家和统计学家，琼斯将他敏锐的数学思想与对技术分析的兴趣相结合。琼斯相信自由市场在经济上的必要性，但他也认为市场中容易出现投资者心理的波动——类似暴徒的疯狂一样。

1949年初，在为《财富》（*Fortune*）杂志撰写了一系列批评其他人的股票预测技术的文章之后，琼斯决定自己站出来。[注]他自己有4万美元，加上4个朋友的6万美元，琼斯在曼哈顿下城宽街的一个小办公室里设立了他的基金。琼斯会买入他认为会上涨的股票，并用做空股票对冲他认为会跌价的股票。这个策略非常独特，以至于能够给这种全新的基金带来一个新的名字。琼斯使用的策略和前面提到的几个策略相同：例如，我们将把他早期基金的投资组合描述为有杠杆的多或空货币中性策略。[注]

琼斯的“对冲基金”做得非常好。在接下来的20年中，它实现了20%以上的年度回报率。直到现在，对冲基金还是对他们具体的策略保密。然而基于基金的私人记录和琼斯同事的回忆，似乎琼斯独立地提出了一只股票的金融特性的三个关键测度，大致对应于现代的概念：阿尔法，超越市场的收益；贝塔，回报与市场一般流动的关系；以及西格玛，股票的回报的波动，琼斯称之为“速度”。（下一章中我们会讨论适应性市场的应用，会有更多关于阿尔法、贝塔和西格玛的介绍。）按照现代标准，他的这些计算非常原始，但它们明确地给予这个早期的对冲基金很大的优势。[注]用进化的语言来说，这种新的智力突变是促使琼斯成功的关键创新之处。

然而，在某些方面，琼斯的对冲基金也体现了进化的停滞：他的保密做法阻止了其他投资者复制他的策略，而他只是靠人们小心翼翼地口口相传才获得了新的投资者。虽然华尔街的内部人士知道琼斯的巨大成

功，但很少有人试图复制他的模式，复制者主要是琼斯以前的助手或经纪人，而复制是所有进化的关键因素。因此，近20年间对冲基金呈现出不死不活的状态——直到金融新闻记者卡罗尔·卢米斯（Carol Loomis）在1963年的《财富》杂志上介绍了琼斯。[注]

卢米斯的介绍鼓舞了数百名投资者寻求或启动自己的对冲基金。在20世纪60年代后期的金融“奔腾年代”期间，按照SEC在1969年年初的估计，对冲基金的数量激增至近200家，管理资产约15亿美元。[注]当然，所有的繁荣都是相对的：60年代金融的快速脚步以计算机交易初级时代的标准看来，只是一个缓慢至极的华尔兹，与今天的微秒级交易平台相比，似乎就是冻结了的琥珀。

大部分这些基金在1969年的熊市中衰落或消失，基本的原因是他们没能对冲，部分原因是20世纪60年代做空比今天更为困难。[注]当时的“上涨规则”要求所有的做空必须在股价仍上涨时执行，而且由于按照现行标准，当时的交易不是很活跃，因而更难组合出一个正确的对冲头寸。但也不是完全不可能。毕竟，在过去几年中，琼斯能够很好地利用卖空进行交易。那么，为什么这么多的基金没有兴盛起来呢？

从进化的角度来看，解释很简单。卢米斯1966年的文章激发了对冲基金的适应性辐射。这些基金自然地使用了多种多样的策略，采用了琼斯的一部分想法，放弃了其他部分，并加入了自己的创新。在生物学中，这类似于来自共同祖先的新物种的演变。在这个时代的友好金融环境下，即使没有妥善管理风险，基金也可能做得不错。在这个愉快的环境中，对冲基金经理撇开多空对冲策略，更倾向于持有高杠杆多头头寸。这使他们非常容易受到市场下行的影响。当金融环境发生变化时，这些基金受到的冲击最为严重。这些与20世纪60年代后期的牛市环境密切相关的对冲基金种类已经灭绝。即使琼斯本人也承认被金融“幸福感”所影响，并没有充分实施对冲策略，在1969年仅仅实现了收支平衡。这是对冲基金历史中的第一次大规模灭绝事件，但绝对不是最后一

次。[注]

20世纪70年代是另一个金融陷入停滞的时期，对冲基金再次远离了公众的视野。对最近一次灭绝事件的回忆仍在华尔街消散不去，而传统投资者对于对冲基金持深深的怀疑态度，甚至更坏的印象。1977年，金融记者约翰·泰克雷（John Thackray）写道，对冲基金仍然是："非常令人不快的市场传闻的目标，诋毁活动的受害者们指控他们除了从纽交所餐厅偷走餐巾之外的所有罪行。"在金融的进化中，与生物进化不同的是一个灭绝的想法往往可以复活，比如巴舍利耶的随机游走假说。即使对冲基金如此不堪，这个时代最成功的对冲基金经理仍然直接受到琼斯这一榜样的启发。乔治·索罗斯最初在1969年创办的双鹰基金会，完全照搬了琼斯公司的模式。索罗斯早期合伙人是吉姆·罗杰斯（Jim Rogers），他曾经是琼斯的首席经纪商，在纽伯格·伯曼公司工作。[注]朱利安·罗伯逊（Julian Robertson）于1980年成立了老虎基金，他是罗伯特·伯奇（Robert L.Burch）的朋友，因为罗伯特是琼斯的女婿。这两个人常常请琼斯吃午饭，罗伯逊会从琼斯的脑子中挖掘出关于对冲基金管理的复杂细节。[注]在这里我们可以看到琼斯独特的阿尔法思想正慢慢地传递给他聪明的继任者。

学术界又为对冲基金的成功贡献了什么呢？正如我们所看到的，同一时期有效市场假说正逐渐巩固为经济理论的正统。像朱利安·罗伯逊这样熟练的股票投资者的成功被认为是由一种统计工具所造成的。在1984年哥伦比亚商学院一场为庆祝格雷厄姆和多德有关证券分析的经典文章发表50周年而举行的辩论中，巴菲特和这一论点进行了正面交锋。巴菲特站在了正统的对立面。他认为，如果基金的成功就像是统计学上一群红毛猩猩连掷了20次硬币都是正面一样，那么那些成功的猩猩应该平均分布在全体中。如果情况相反，你发现那些猩猩全都来自奥马哈市的一个特定的动物园，你可能会想有些背后的规律。[注]

虽然巴菲特谈论的是价值投资者，但同样的基本逻辑也适用于对冲

基金。如果大多数对冲基金的成功使用了相同的投资原则——例如，琼斯的那些方法——你们可以确定这不是偶然的。不幸的是，巴菲特的论点未能说服他的辩论对手，这其中包括著名金融经济学家迈克尔·詹森以及更广泛的学术界。巴菲特的讲话发表在哥伦比亚商学院的校友杂志上，然而在很大程度上已经被遗忘了。

---

1. Currier (2006).
2. Mallaby (2010,16–22).
3. Jones (1949).
4. Mallaby (2010,22–28).
5. Ibid.,411n32.
6. Loomis (1966).
7. SEC (1969).
8. Loomis (1970).
9. Thackray (1977).
10. Mallaby (2010,422n3).
11. Ibid.,112.
12. Buffett (1984).

数量投资分析师的诞生

与此同时，在另一个远离主流经济与金融思想的发展方向上，一位来自摩根士丹利的观察者注意到，在大宗交易柜台上出现了重复的模式。大宗交易，通常是指机构投资者交易一万股以上的股票，会以私下交易的形式来进行，尽量降低对公开市场的影响。然而，这些大宗交易仍然存在暂时扰乱市场的风险。为了对冲大量单只股票持仓带来的风险，摩根士丹利的大宗交易员会做空一小部分同一行业的相关股票，理论上来说，这些股票将随原来的大宗交易股票一起波动。回到我们先前的例子，一个购买杏仁计算机公司股票的大宗交易员可能会卖掉一些蓝莓的股票，以对冲所有股票下跌的风险。这位细心的观察者还注意到，大宗交易在市场上引起了短暂的波动，而较小的对冲没有。交易者能否利用这两只股票在恢复正常之前的短暂价格差异？交易者可以从这个交易中赚钱吗？

答案是肯定的，而且交易者会赚到相当多的钱。由于其重要性，人们对谁是第一个注意到配对交易模式的人一直有所争议。然而，从年代上来看，在1983年，哥伦比亚大学的计算机科学专业毕业生格里·班伯格（Gerry Bamberger）是第一个在摩根士丹利开展“配对交易”的。班伯格也是一个金融门外汉。事实上，他曾被摩根士丹利聘请为大宗交易柜台的技术支持工程师。之后班伯格被调至摩根的股票交易岗位，并领导一组交易员来实施他的想法。班伯格的配对交易策略是非常挣钱的。注

两年后，摩根士丹利将班伯格的成功团队转移到了一位长线交易者农西奥·塔尔塔利亚（Nunzio Tartaglia）手中，这是一名出生于布鲁克林的前耶稣会神学院学生，拥有天体物理学博士学位。（班伯格因此愤而离职。）在塔尔塔利亚的领导下，小组被更名为自动化自营交易，并且增加了投注，并通过早期的电子交易系统SuperDot直接与纽约证券交易

所连接，赚取高额的收益。自动化自营交易的秘密性在华尔街成为传奇，也更加增添了神秘感。但也许其最大的成就是在1986年，当时它聘请了哥伦比亚大学的一位年轻的计算机科学教授，名叫大卫·肖。注

1. Patterson (2009,41–42).
2. Ibid.,42–43.

书呆子的复仇

肖对于金融并不了解，也没有兴趣，因而几乎不可能被华尔街主要的金融机构雇用。肖自己也承认，是“偶然机会”把他带到了摩根士丹利。[注]他一直在寻找风险投资来建造一种新型的大规模并行超级计算机，但是几家类似的创业公司光应付生存都已很吃力。虽然肖寻找风险投资的尝试没有成功，但引起了摩根士丹利手下一个猎头的关注，这个猎头负责招募一些人去领导新的技术团队。他们正在寻找具有人工智能和高性能计算技术背景的人，而肖符合这一要求。

摩根士丹利的科技负责人威廉·库克（William Cook）将肖带入公司。库克刚刚完成了监督摩根士丹利电子交易分析和处理系统的构建，这一系统多年来一直是行业标准。他清楚地认识到了这位年轻教授的才能。[注]

塔尔格利亚的研究人员对他们的方法保密，但是当肖参观这个小组时，他对于他们交易中的成功感到惊讶。多年前，他从他的继父——加州大学洛杉矶分校金融学教授欧文·普费弗（Irving Pfeffer）那里学到了有效市场假说，这使他能够认识到在摩根士丹利发现的现象的重要意义：市场上一个稳健的、可以利用的异动。“当他们向我展示他们一直以来得到的高回报时，很明显，他们不仅是幸运的，他们是有一些过人之处的。”

我和肖早年间谈到了这些。“他们给了我一份工作，”肖告诉我，“我那时几乎对金融一无所知，但我被迷住了。我有点希望加入他们，摩根士丹利能够在某种程度上为我提供一个机会，建造特殊目的的机器来支持他们感兴趣的计算。自动化自营交易小组正在做的事情看上去非常有趣，并且薪水是我当教授时的6倍。直到那时，我都没有想过

能够在华尔街工作，但是我还是兴奋地回答说‘好’。”

肖跳槽到摩根士丹利，担任自动化自营交易技术的副总裁，或者如他所描述的那样，他在自动化自营交易小组的角色是“搞技术的人”。然而，他最感兴趣的是定量和计算方法可以用来击败市场的想法。自动化自营交易小组哪怕发现了一个可盈利的交易策略都会让他印象深刻。然而在他心目中，他看到了一个不同类型的研究项目，可以更系统地搜索金融市场中未被发现的异常——一种被引入华尔街的学术模型。肖开始考虑自己的交易策略。不幸的是，这与塔尔塔利亚发生了冲突，塔尔塔利亚希望将技术人员与交易员分开。[注]肖说：“很明显，我很难避免踩到这里一些人的脚指头。”1987年9月，肖决定离开摩根士丹利，自己单干。

在1988年，肖成立了他自己的基金公司——德劭集团。足够讽刺的（也是预言性的）是，他早期的一个办公室就在曼哈顿第十六大街一个共产主义书店“革命图书”的楼上。肖亲自挑选他的雇员，寻找的都是在数理科学上有坚实背景的聪明人，而非金融界的专家。同时，肖的外甥，一个杰出的爱好摇滚的律师，将肖介绍给了唐纳德·萨斯曼（Donald Sussman）——帕洛马合伙公司的创建者。萨斯曼擅长于向新的公司提供启动资金——他的帕洛马和其他几个投资者为基金提供了初始的2800万美元。[注]“唐纳德非常愿意花时间和我们一起在开始交易之前进行精确的、系统的研究，”肖回忆道，“事实上他非常喜欢这种方式，而不是在忍耐。”

认为对冲基金可以像一个学术研究组织一样运作，这一看法对肖的成功具有关键的进化贡献。德劭集团从一开始就在盈利。“有人最初使用的一些明显的数学技巧看上去可能早就被套利交易挤出了市场，”肖回忆道，“但仍然榨出了不少的果汁。”

很快，很明显的是德劭集团已经超越了任何同时期的关于市场异动

的学术研究。它已经非常领先，以至于当公司外的人接近他们并推销新的交易策略时，他们可以仅仅通过观察对方模拟的利润猜测对方是什么以及存在哪些问题。“人们来时会带上使用他们所建议的策略通过历史数据进行‘纸面交易’的结果，还说道：‘我发现了一个神奇的效果！’但是我们会回答：‘我们不想知道你的系统是什么样的，但是如果你想要一些反馈，就按月告诉我们模拟回报。’看了结果之后，我们有时能够说：‘您的策略可能是以下的一些变体，这是您可能使用的财务数据库，您这个月、这个月和这个月的模拟利润可归因于数据库中的错误，您的总体回报由于存在以下类型的生存偏差而人为地高，’等等。”

你可能会怀疑，一个单独的私人公司，无论研究人员多么有才华，居然能够如此领先于世界上的其他任何一个机构及个人。然而，有一个有力的比喻来自密码学领域，而非生物学领域。在20世纪70年代初，IBM的一个团队创建了数据加密标准算法来保护敏感的政府数据。数据加密标准算法包括一个名为“S–盒”的神秘组件，许多人怀疑这是政府密码学家用来更容易读取加密数据的后门。20世纪80年代后期，两位以色列数学家——埃利·比哈姆（Eli Biham）和阿迪·沙米尔（Adi Shamir）设计了一种叫作“差分密码分析”的新的密码攻击手段。令他们惊讶的是，他们发现数据加密标准算法出乎意料地抵抗了他们的攻击。神秘的S–盒被专门设计为打败差分密码分析的工具。1994年，数学家唐·科珀史密斯（Don Coppersmith）透露，他有意地建造了S–盒，以抵御差分密码分析，说明IBM和国家安全局早在几十年前就预料到这种手段了。注

德劭集团的领先优势来得并不便宜。在良性循环中，肖利用他所获得的利润资助进一步的研究。较新的策略建立在以前的研究结果的基础上，资助下一个创新周期，与信息技术的现代化发展完全平行。正如肖所解释的：“我们正在获利，同时花钱进行实验。例如，我们可以运行随机对照试验，我们可以比较两个模型或参数值，看看哪一个在实际交易中表现得更好。分析真实的交易结果教给我们通过研究历史数据无法学到的东西。我们同时进行很多交易，我们在一轮交易中积累的数据有

助于我们在下一轮增加收益。”

“随着我们继续发现新的异常现象，”肖说，“我们也受益于一种二级效应：如果从给定的单一效应可以获得的利润被它所产生的交易成本所超过，把赌注单独押在上面都是错误的。但一旦我们确定了一些效率略低的策略，那么这些策略组合起来的总利润机会通常足以突破交易成本的门槛。这使得我们可以从大多数交易者利用过的低市场效率策略中获取利润，为潜在的竞争对手的进入制造了障碍。”

肖建立了一个复杂的机器来检测和利用哪怕是最小的市场异常情况。不过，他注意到，市场动态不仅随着时间的推移而改变，而且朝着让肖盈利越来越困难的方向移动。“随着时间的推移，效应往往消失，”肖回忆说，“以前产生巨大利润的市场异动不再能够赚钱，你必须发现人们没有发现的其他更复杂的效应。市场从来不是完全有效的，但是随着时间的推移，它肯定会变得更有效率。”从进化的角度来说，市场正在适应。事实上，市场可能已经适应德劭集团的存在，尽管肖谦虚地淡化了这种可能性：“随着时间的推移，事情在发生变化。我不知道有多少是由于我们的影响。我可以做出的一般性评论是，量化交易每年都变得更具挑战性。”事实上，肖启发了有才华的计算机科学家、数学家和其他人士在金融领域开展职业生涯，提高了这个竞争激烈的领域的水平。

在将对冲基金行业转变为如现在一般雇用数千名工程师的定量学科之后，肖决定将他的智力成果应用于另一个领域。2001年，他将对冲基金的日常管理交给了同事，并转而担任德劭集团研究所的首席科学家，该研究所是由他建立的一家独立研究实验室，负责开发新的技术并应用到计算生物化学领域。他的研究小组运行三维计算机模拟，以“看到”蛋白质分子在细胞内扮演各种功能角色时是如何移动和改变形状的。

历史上，在这个尺度上哪怕模拟几微秒的生物学过程都会花费大量的计算。但肖的团队想要理解一毫秒长的时间内的现象，这已经远远超

出了普通计算系统的能力。这给了肖一个理由去实现他长久以来的梦想：建立一个全面的大规模并行计算机系统。然而，这一次，肖不需要风险资本家或投资银行的外部资金。他的团队设计和制造了特制芯片，并将它们连接在一起，创建一个专用机器来进行分子模拟，比世界上最快的通用超级计算机快200倍。他们希望这些生命的分子机器模拟将有助于开发新一代拯救生命的药物——我们将在第12章回到这个主题。

---

1. Telephone interview with David E.Shaw,August 8,2012.All David E.Shaw quotes taken directly from interview.
2. On TAPS,Eichenwald (1991).
3. For a possibly unreliable account of Shaw’s departure based on Tartaglia’s recollections,see Patterson (2009,44).
4. Publicly available information.
5. Coppersmith (1994).

数量投资分析师走入主流

从适应性市场假说的角度来看，摩根士丹利早期的配对交易是创新的最初来源，这引发适应性辐射的爆发。随着员工从摩根的自动化自营交易小组离开而去成立自己的公司，这种爆发逐渐向外部扩散，就像达尔文雀族在加拉帕戈斯群岛的扩散一样。大卫·肖的成功激发了更大的适应性辐射浪潮，因为其他对冲基金试图复制他的技术，而且他的同事们也离开了自己的领域进入这一新的领域。进化般的竞争使对冲基金不仅在金融领域，而且在物理学、数学和计算机科学方面，都聚集了大量高素质的数学人才，这就是数量投资分析师的崛起。这种新风格的对冲基金中最大胆的试验之一是将总部设在美国康涅狄格州格林尼治镇的LTCM。很快，它变得非常有名。

约翰·梅里韦瑟（John Meriwether）是LTCM的创始人，他曾经是所罗门兄弟公司（华尔街以前最大的投资银行之一）的国内固定收益套利部门负责人。在梅里韦瑟的计划中LTCM将有很大的体量。如果我们认为对冲基金类似于生物物种，那么梅里韦瑟对LTCM的看法就像是一种大洋深处的巨型须鲸，利用世界债券市场的非常小的波动来实现其金融上的养料。这些类似磷虾的机会是非常难以被发现的，所以LTCM需要世界级的数学金融人才才能找到它们，他们也需要大量的资本来正确地利用它们。梅里韦瑟募集了10亿美元的启动基金，在当时创下了纪录，但他的策略的重要组成部分是使用极高的杠杆比率——20倍以上乃至30倍——以进一步放大最初的头寸。[注]

LTCM于1994年开始大展身手。梅里韦瑟不仅设法在所罗门兄弟公司招募了他之前团队的核心成员，还请来了未来的诺贝尔经济学奖得主罗伯特·默顿和迈伦·斯科尔斯等金融学术界的知名人士。尽管全球债券市场出现新的收缩局面，但梅里韦瑟的新基金几乎立即收获了成功。这

个早期的成功并不在于公司运用了数学交易模型——当时这种模式的理念已经尽人皆知——而是在两个优势领域：专业地解读这些模型，以及获得低成本融资以利用这些模型发现机会的能力。[注]这些关键的适应性使得LTCM在亚洲金融危机爆发的1997年中获得了极大的收益。似乎连一场能破坏一个大陆的金融危机都无法撼动这个庞然大物一丝一毫。

你可能记得接下来发生了什么。像墨西哥尤卡坦半岛的希克苏鲁伯陨石袭击的破坏性的影响在6600万年前杀死了恐龙一样，一次比1969年早期对冲基金灭绝更严重的事件导致了LTCM的崩溃。

1998年8月17日，叶利钦总统领导下的俄罗斯政府宣布债务延期，并拖欠了其GKO债券（相当于是俄罗斯的国库券）。违约造成全球资本的“安全转移”——投资者抛售了几十亿美元的风险资产，这样有利于安全和流动性，进而扩大了全球市场的信贷利差。不幸的是，LTCM的分析师刚刚预测这种利差会缩小。1998年9月，LTCM的保证金追加呈现循环上升趋势。其融资的能力已经跌到谷底，而其资本规模的庞大现在反而成为摆脱困境的障碍。到1998年9月21日，LTCM几乎没有资本来清偿债务。[注]

较小的基金的崩溃程度也会较小，与此不同，LTCM庞大的投资组合的溃散威胁着全球金融体系的安全。这些非常高杠杆的头寸使得LTCM在金融体系中的作用类似于生物生态系统中的“基石物种”，这种物种与生态学中的其他物种的相互作用比其物理尺寸或数量更重要。生物学家罗伯特·佩因（Robert Paine）发现的典型例子就是在太平洋西北部潮间水域发现的紫色海星。[注]紫色海星的小尺寸掩盖了它是生态群落里的主导性捕食者这一事实。从海滩区域移除这种海星后，他发现当地的生态环境发生了根本性的变化。海岸被藤壶和蚌类所占据。

LTCM在世界各国金融生态中处于什么位置呢？资产负债表上125亿美元的头寸中的80%投资在美国、加拿大、法国、德国、意大利、日

本和英国的政府债券，名义上是非常安全的，但容易受到全球债券市场的影响。在报表上，与其他主要公司相比，LTCM没有特别突出的杠杆，在危机开始时平衡杠杆比率为28∶1，接近高盛34∶1的杠杆比率或美林证券的30∶1。[注]然而，到1998年9月25日，LTCM的资产负债表上的杠杆比率已经上升到250∶1，而且在迅速扩张到无限大。[注]LTCM的资产负债表之外的项目也带来了麻烦：超过5000亿美元的期货合约、超过7500亿美元的掉期合约、超过1500亿美元的期权和其他柜台交易衍生产品。LTCM的头寸占到这些期货市场份额的10%以上。[注]

只有美联储的迅速行动才能使LTCM避免系统性的破产灾难。很少有监管机构希望出现毁灭性事件，把全球金融体系变成像沙滩上的藤壶废墟一般。美联储帮助组建了一个LTCM主要债权人联盟，以便及时重组公司，以避免硬着陆。[注]

LTCM不是唯一被这次金融界陨石侵袭击中的对冲基金，但绝对是最大的一个。俄罗斯债券的违约破坏了某种特定种类的对冲基金和交易商，这类机构使用固定收益套利策略。固定收益套利基金1998年的损失为18%，是2008年金融危机之前的基准利率的两倍以上。从进化的角度来看，只有LTCM的特殊规模才使它的崩溃显得突出。有趣的是，1998年的事件对其他类型的对冲基金的亏损没有明显的影响。1998年的事件是具有高度选择性的，影响了金融生态学中的一个特定的角落，而不是大规模的金融灭绝。下一章中我们会看到对冲基金失败的另一个例子也是非常具有选择性的，但这一次，它预示着一场让金融界近乎灭绝的事件。

LTCM的倒闭导致大多数对冲基金重新考虑其风险模型。有些人重新评估了他们的整个投资方式，以思维速度进行的进化允许交流思想。事实上，它在开放的环境中蓬勃发展。对冲基金策略师可以研究这个巨大的失败，从中吸取教训，他们也可以从任意数量的账户中获得信息，不管是流行的、分析型的还是其他类型的。

对冲基金的战略适应性使其在面对不可预见的金融事件时具有弹性。一些基金能够识别出财务困境，进行适当的调整，并且适当地反弹，以弥补一些损失。对冲基金今天对流动性问题更加敏感，这正是由于LTCM崩溃所引发的早期警报。

另一方面，以思维速度进化可能会导致另一种不同的陷阱。化石记录了针对其环境进行过度优化的物种的例子，当环境发生变化时，这些物种就会灭绝。还记得渡渡鸟吗？几个世纪以前，达尔文发现了精美的达尔文雀族，波利尼西亚居民在夏威夷群岛发现了一种繁盛程度相近的鸟类：有着明亮的羽毛，独特的喙，每种都精妙地适合于其特殊的生态环境，它们与大陆的进化发展偏离了长达数百万年。然而，来自新入侵物种的竞争，包括人类，使得这些物种在从进化意义上来说非常短的时间内就受到威胁，最终导致濒危或灭绝。

如今的金融环境与之类比是显而易见的。自2008年金融危机开始以来，对冲基金的消失率是过去10年的2倍，而对冲基金的出现率则大幅下滑。[注]2008年以前，对冲基金经历了一段以指数增长的时期，但在2008—2010年，所有策略的对冲基金都大幅萎缩，形成了长期以来从未见过的大规模灭绝。

---

1. Lowenstein (2000,26–27).
2. Ibid.,59.
3. President’s Working Group (1999,12–13).
4. Paine (1966).
5. GAO (1999,7).
6. Lowenstein (2000,211).
7. President’s Working Group (1999,10–12).
8. GAO (2000,5–14).
9. Ibid.,table 3.

随机游走的进化

从1986年的金融学术会议以来，我们已经谈了很多东西。当时，我和克雷格·麦金利在NBER年度会议上被讨论者猛烈抨击。当学术界正在庆祝有效市场的信仰时，从事市场实践的人士——肖、西蒙斯、索罗斯等人，正在寻找从市场异动、行为偏见和其他由有效市场假说所拒绝的现象中获利的方法，并通过适应性市场假说进行预测。然而，在这个过程中，他们正在使市场更有效率，具有讽刺意味的是这确保了与有效市场假说相矛盾的证据更难以被发现。人类历史上，有这么多这种私下竞争的领域必定非常少，外界的“专家”根据已经尝试过的或发现的想法发表判断，但并不能完全揭示过去曾发生的创新周期。

就像达尔文的进化论一样，适应性市场假说是一种预测理论。对于经过数学训练的经济学家来说，有时候对进化或生态方面的名词理解有困难，但迟早会被这种思维方式所驯化（这也是一种生物学比喻），并将成为经济学家使用的另一个标准工具，就像分子生物学家如今使用它一样。作为一种中间歇脚之地，我们可以用生物学中适当的例子来思考市场现象。我们可以把对冲基金理解为越来越多的捕食者追求同样的猎物，而不是用类似的策略来榨取相同的“果汁”（借用肖的话）。当猎物减少并直到消失时，捕食者会发生什么呢？

进化性市场动力学的最近的一个例子是高频交易的兴衰。[注]进化的逻辑很容易理解。投资者希望他们的下单尽可能快地执行，以便能从他们对价格的预测（可能是真实的，也可能是想象出来的）中获利，要赶在价格偏离预测之前。这要求金融中介机构维持在市场上的持续存在以吸纳这些订单。不久以前，人工做市商和专业人员担当了这个角色。但是，更快的技术和监管框架的变化让自动化交易程序击败了最好的从业人员，时间原本以秒为单位，然后以千分之几秒为单位，如今在十亿分

之一秒内。

起初，这些高频交易者赚取了大量利润，因为人类专家比较迟缓，效率低下。然而，当主要是高频交易者之间互相竞争的时候，终于出现了一个问题。为了在这次金融竞争中取得成功，高频交易公司必须投资于更快、更昂贵的硬件。然而，与此同时，这些公司正在冲刷掉市场中的任何可能残留的“果汁”痕迹。在很短的时间内，高频交易正在迫近其自然进化的极限。它意外地成为一种成熟的行业，交易回报和总体利润率都非常之低。它也变得高度适应，对监管环境的变化非常敏感，例如托宾税或交易税甚至是对物理环境和光的速度非常敏感，因为一些高频交易公司依赖于其服务器在地理上接近交易所的位置。

2016年8月，新型交易所IEX成立，它对网络速度设限，阻止高频交易者参与，这是另一个市场会适应不断变化的环境的例证。当然，IEX将需要吸引足够的订单量来维持自身运转。如果可以的话，订单必须来自别的地方，反过来又可能导致适应能力较差的交易所的消亡。同时，有传言说，其他几个交易所正在开始发展自己的无高频交易区域。适应性市场假说预测高频交易正在经历进化性改变的一个拐点。

---

1. Philips (2013).

手机和喀拉拉邦的渔民

高频交易者的挑战展示了技术一直在市场演变中发挥关键作用这个事实。一个绝佳的低技术含量的案例发生在喀拉拉邦的渔民身上，这个地区在印度的西南海岸，渔业为主要产业。小型渔船出海一整天，带回他们的捕捞收获，在喀拉拉邦北部海岸的许多小型海滩市场之一出售。这些船只和海滩市场缺乏制冷设备，这意味着如果当天没有出售的海货它们将迅速变得毫无价值。

1997年，就在手机信号还没有覆盖这个地区之前，哈佛大学的经济学家罗伯特·詹森（Robert Jenson）调查了这些海滩市场上的沙丁鱼价格。[注]在这一纯粹的技术创新出现之前，一些渔船将在一些海滩市场上获得大笔财富，而其他的一些海滩市场上的渔船卖不掉鱼又不想白白赠送，只能将他们的鱼倒入海里，即使许多买家可能就在不到十几英里远的另一个市场，并且愿意付出高价来买鱼。喀拉拉邦的市场整体来看显然是无效的。

然而，手机信号覆盖范围扩大到喀拉拉邦后，鱼的市场迅速改变。渔民可以在离海岸20~25千米的地方打电话，因为信号塔就在海岸附近。手机的价格相对于渔民的收入来说是昂贵的，但也并非高不可攀。因此，喀拉拉邦的渔民可以提前给当地的海滩市场打电话，看看需求是什么样的，然后将船只开到出价最高的市场，根据标准经济学，那也是有着最高需求或最少供应的市场。当地沙丁鱼价格迅速稳定，海滩市场的价格波动下降，产生的倾倒数量下降，接近于零。平均而言，渔民的收入增长了8%，而当地的喀拉拉邦的消费价格下降了4%。由于简单的技术变革，市场变得更加高效。这种变化发生在1997—2001年，詹森细心地指出，这不仅仅让有手机的渔民受益，没有手机的渔民也受益于更加有效的市场，他们的收入提高了4%。由于更有效率的市场带来的附

加收益，喀拉拉邦渔民用三个月的收入就能购买手机。

有效市场假说对于喀拉拉邦的例子没有什么可参考的。如果你是有效市场假说的忠实信徒，你可以得出结论，每个海滩市场的价格都反映了手机引进前后的所有可用信息，但是你无法预测变更前后的利润、分配和消费者利益的差异。但另一方面，适应性市场假说提供了一个框架来预测市场效率的进一步变化。例如，如果手机覆盖范围进一步扩大到印度洋，或者如果喀拉拉邦的渔船能够增加保鲜设备，那会发生什么事呢？

对冲基金的历史清楚地表明，技术是金融环境的关键组成部分。不仅仅是保密，技术也限制了阿尔弗雷德·温斯洛·琼斯那个年代的对冲基金的概念。对很多后续取得成功的策略来说，它们交易成本过高，交易速度太慢。一些哪怕是重新配置资产组合这样简单的事在硬件软件和通信的科技进步前都是非常艰巨和昂贵的工作。大卫·肖原本是摩根士丹利的“搞技术的人”并不是偶然的。

然而，任何超越人类能力的技术都有可能产生意想不到的后果。今天的金融技术在管理大型投资组合方面为消费者带来了巨大的规模经济，但是同时，在人力监督发现和纠正之前，交易上的错误带来的损失现在也可以以光速累积。速度增加意味着更多的故障、阻碍、失败和欺诈。现代计算机性能的好处也很快地被墨菲法则的成本所抵消，也就是当任何可能出错的事情一旦出错，而涉及计算机时，会更快犯错，损失也会更大。

金融业的技术装备竞争只是适应性市场假说的许多预测之一。下一章讲述了其他几个预测，其中包括一种新的投资范式，以及解释了旧模式如何出现，以及为什么它们之间的差异与2008年金融危机直接相关。

---

1. Jensen (2007).

第8章 实践中的适应性市场

传统投资范式

一种理论仍然只是理论，直到它在实践中证明其价值。那么适应性市场假说对投资和资产配置管理的实践前沿有什么实际的意义呢？要充分认识适应性差异，我们需要从有效市场假说产生的传统投资范式的核心理念和原则入手。这些不仅是金融学教授，也是投资经理、经纪人和财务顾问的理念。如果你曾经收到过任何专业的投资建议，那么你可能会听到以下这些原则：

原则1：风险与回报权衡。所有金融投资之间的风险与回报之间存在正关联。具有较高回报的资产也有较高的风险。

原则2：阿尔法、贝塔和CAPM。投资的预期收益与其风险呈线性关联（换句话说，将预期收益和风险画在一张图上会形成一条直线），并由CAPM决定（以后会详细讲到）。

原则3：投资组合优化和被动投资。使用从原则2和CAPM得到的统计估计，投资组合经理可以构建风险分散的长期金融资产组合，为投资者提供低成本的风险调整回报率。

原则4：资产配置。选择投资于多个资产类别的总额比选择单个证券更为重要，因此资产配置决策就保证了投资者储蓄的风险管理。

原则5：股票长线投资。投资者应该以长期持有股票为主。

原则1是很直接的：投资者愿意承担高风险投资的唯一方式是他们有这样做的激励因素，而这种激励因素是以更高的预期回报的形式出现的。这就是为什么美国国库券有这么低的回报，为什么投资小公司和技术创业公司的预期回报如此之高。

原则2和原则3需要更多的解释，因为它们涉及几个主要的应用于实际的投资管理的学术研究思想。原则2与原则1中如何衡量风险与报酬之间的关系有关。回报是很清楚的：这只是投资在一段时间内的平均回报率。另一方面，风险是更微妙的问题。财务风险的常见的测度方法是测试损失的可能性——比如说，一只债券的违约概率为10%，它就会被视为有风险的。另一个受欢迎的测度是波动性，它衡量投资回报的波动范围——如果某股票的月收益为+15%，而下一个月是–25%，则它会被视为是有风险的。

但是在1964年，金融经济学家威廉·夏普（William F.Sharpe）发表了一篇著名的文章，永远改变了我们对风险与回报权衡的看法。(注)他认为投资回报的波动可以分为两个不同的组成部分：仅仅来自资产自身特性的波动，和经济增长、失业率、通货膨胀、政治不稳定等经济因素的波动。他称前一种风险为“特质性”，后一种为“系统性”（我们在第6章的二元选择模型中使用相同的术语并不是偶然的，我们稍后将会介绍）。然后，他在逻辑上做出了一个巨大的飞跃：投资者唯一能得到回报的风险就是系统性风险，而不是特质性风险。

推理的过程简单而深刻：根据定义，特质性风险是个别资产独有的，这意味着如果在单一投资组合中组合大量资产，则这些风险应该相互抵消。这与集体智慧中经典的豆罐的例子是同一个原理——只要错误是不相关的，大量的随机猜测取平均将减少错误，就像在县城集市上猜测一个罐子里的豆子数量，然后取平均一样会更接近正确的答案。在夏普的分析中，均摊大量具有特质性风险的资产将大大降低风险，以至于不需要再给投资者回报。用金融术语来说，仅有特质性风险的投资将不承担任何风险溢价，因为风险溢价是指吸引投资者承担风险所需的额外回报。

然而，系统风险是一个完全不同的概念。由于这种风险是共担的，持有大量资产不会消除这种风险。一个很好的例子是标准普尔500指数

——美国500家最大的公司的集合。这是一个非常大的资产集合，组成它的个体是高品质的公司，但没有人会认为这个投资组合是没有风险的。事实上，标准普尔500指数的风险几乎全部系统化。而且，投资者无法通过增加资产的数量来减少这一投资组合的风险，所以说服投资者投资于此投资组合的唯一方法就是提供激励，换句话说，风险溢价。

夏普发明了一个明确的系统性风险测度贝塔——现代版本的阿尔弗雷德·温斯洛·琼斯风险度量，并得出结论，资产的预期收益与其贝塔成正比。贝塔为1的资产其系统风险和覆盖所有风险资产的投资组合相当，他称之为“市场组合”。因此，该资产应具有与市场组合相当的预期收益。（为了方便起见，我们使用覆盖面较宽的股市指数，如标准普尔500指数或全球投资者美国指数编制公司的世界指数，来近似作为市场组合。）另一方面，贝塔为0的资产没有系统风险——这并不意味着它没有风险，因为还存在特质性的风险——因此应该不会向投资者支付超额的回报或者说风险溢价。同样地，一个贝塔为2的资产是市场组合的系统风险的两倍。根据CAPM，它应该提供给投资者两倍于市场组合的风险溢价。

历史上，市场风险溢价比美国国库券每年的回报率高出约8%，而大多数预测和金融专业人士表示，这一风险溢价现在可能将渐渐接近6%。一旦我们得到资产的贝塔，夏普的理论就会对这笔资产的预期回报率做出精确的预测：比美国国债高出6%乘以贝塔。如果您的投资组合的风险是股市风险的1.5倍，那么根据CAPM，它应该会比国债收益高1.5×6=9%左右。

说这个想法使投资行业发生了革命性的变化并不夸张，夏普在1990年因此获得了诺贝尔经济学奖。CAPM创造了一个测量工具，通过它可以衡量我们的投资组合的表现，更重要的是，它可以衡量专业投资组合经理创造的增值。事实上，夏普等人很快发现了如何计算一个投资组合经理获得高于其CAPM基准的超额收益的价值。他们称这种差异为“阿

尔法”。正阿尔法意味着投资组合经理的收益高于投资组合的CAPM基准，应该得到祝贺（并得到奖励）。另一方面，零或负阿尔法意味着投资组合经理没有增加价值，应该被解雇——你完全可以把你的钱投入到标准普尔500指数基金中，并达到相同甚至更好的收益。事实上，很多经济学家和突出的投资专业人士认为，平均而言，共同基金阿尔法在扣除费用后要么是零，要么为负，并认为你应该把所有的钱都投入在低成本的指数基金中。

原则3遵循了CAPM的逻辑。通过估计金融投资的阿尔法和贝塔，我们应该能够建立被动的、高度多样化的股票投资组合，组合的权重按照市值来分配，实现合理而有吸引力的回报。（什么是“合理而有吸引力的回报”？就是说预期的回报与投资组合的贝塔是一致的。）阿尔法似乎很罕见——你知道这个世界上一共有多少个大卫·肖，而且在他们功成名就退隐之前就发现他们很容易吗？统计学也支持这一直观感觉。大多数投资组合的阿尔法都很小，统计上近乎为0。因此，我们只关注贝塔。在数学上，被动投资组合仅包含贝塔而无阿尔法的组合。投资组合将是只有多头的，也就是说，从不通过卖空来追求超额利润，因为不需要为管理者的人力与才能支付成本，所以收取的费用要低得多，这就像你正在支付某人去实施夏普制定的方案，而这是众所周知的。

如果阿尔法难以实现，那么挑选优胜的股票对于普通投资者来说可能并不值得去花费力气。原则4告诉我们，要注意更宏观的层面：你的储蓄中应该有多少用于持有被动股票投资组合以及有多少用于持有债券。从这个问题中诞生了普遍的60–40法则：将60%的投资组合投资于股票，40%投资于债券。有很多新颖直观的方法在你接近退休时降低风险，比如用100减去自己的年龄，然后乘上一个百分数就是你投资股票的比例，剩下的就是债券，比如20岁时80%投资股票，而65岁时的股票投资只占35%。其思想是调整你的资产配置，以适应你的风险承受能力和你的长期投资目标。

原则5使你的资产分配决策更为简单：只需要长期持有股票。这个原则是基于沃顿商学院金融经济学家杰里米·西格尔（Jeremy Siegel）撰写的具有巨大影响力的书《股市长线法宝》（*Stocks for the Long Run*）而被提出的。[注]这本书第一次出版于1994年，现在已经成为投资行业“买入，然后持有”风格的圣经。西格尔的论点不难总结：我们拥有自1802年以来的长期股票数据，美国股市的历史表现在足够长的持有期间是非常有吸引力的。如果我们长期持有股票，我们都可以变得富有。

这5个原则已经成为投资管理行业的基础，影响到金融专业人士提供的几乎所有产品和服务。多年来，它们肯定会惠及数以百万计的投资者。但原则与物理法则不一样，它们不一定具有与重力定律相同的永恒性。事实上，这些原则更适合被视为具有试探性的，是一个更为复杂的系统的近似。它们的适用性和准确性取决于夏普等人为获得风险和平均回报之间的经济和统计关系所做的一些未明说的关键技术假设。

这些关键假设是什么呢？它们包括以下条件：资产回报的统计性质不会随时间或不同的市场环境而变化；回报与风险之间的统计关系是严格的线性关系，并且随着时间的推移和市场环境的变化仍保持一致；可以使用历史数据准确地估计特定的参数值，它们定义了以上的统计关系；投资者是理性的，表现为所谓的理性经济人；市场是有效率的，连续地处于均衡状态（换言之，供给等于需求）。从生态学的角度来看，这些假设是基于环境的稳定性而设定的——尽管环境可能会发生变动，但随着时间的变动，总是服从相同的统计法则，金融中的投资者理性亦是如此。

这些假设中的每一个都可以在理论、经验和实验的层面产生争议。例如，现在股票收益的统计性质怎么可能与南北战争前的相同？而我们已经知道，理性经济人的假设是不现实的。但相关的问题不在于这些假设是否真的是真实的——因为几乎没有经济学假设是真实的——而是与它们相关的近似误差在实际应用时是否足够小到可以忽略。从适应性市

场假说的角度来看，这些说法中的错误过去很小，但近年来快速变大。

---

1. Sharpe （1964）.CAPM同时由John Lintner（1965）、Jan Mossin（1966）和Jack Treynor（1961；1962）各自独立地推导出来，虽然Treynor一直没有发表他的结果。因此，CAPM经常也被称作夏普–林特纳CAPM。我们的阐述更接近夏普的说法。

2. Siegel (2014).

大调整期

实际上，从20世纪30年代中叶到21世纪前10年中叶，是一段金融市场和法规相对稳定的时期，这些假设提供了美国金融市场的合理近似。然而，适应性市场假说告诉我们，长期的市场效率和稳定性不能得到保证，它们依赖于整体环境的稳定。当有重大变化对这种环境产生重大影响时——包括政治、经济、社会或文化转变——市场将会反映一些变化。就美国股市来说，过去20年来，我们的环境发生了很大的变化，假设稳定和理性所造成的错误大大增加，原因就十分明显。它们已经到了不能再被忽视的关键点。

图8.1提供了这个故事的简单说明。这个数字显示了美国股市从1926年1月到2014年12月的累计回报，这是CRSP（芝加哥大学证券价格研究中心）数据库中所有上市股票的加权平均值。它以对数刻度绘制，使得图上相同的垂直距离对应于相同的百分比收益率，而与时间段无关。

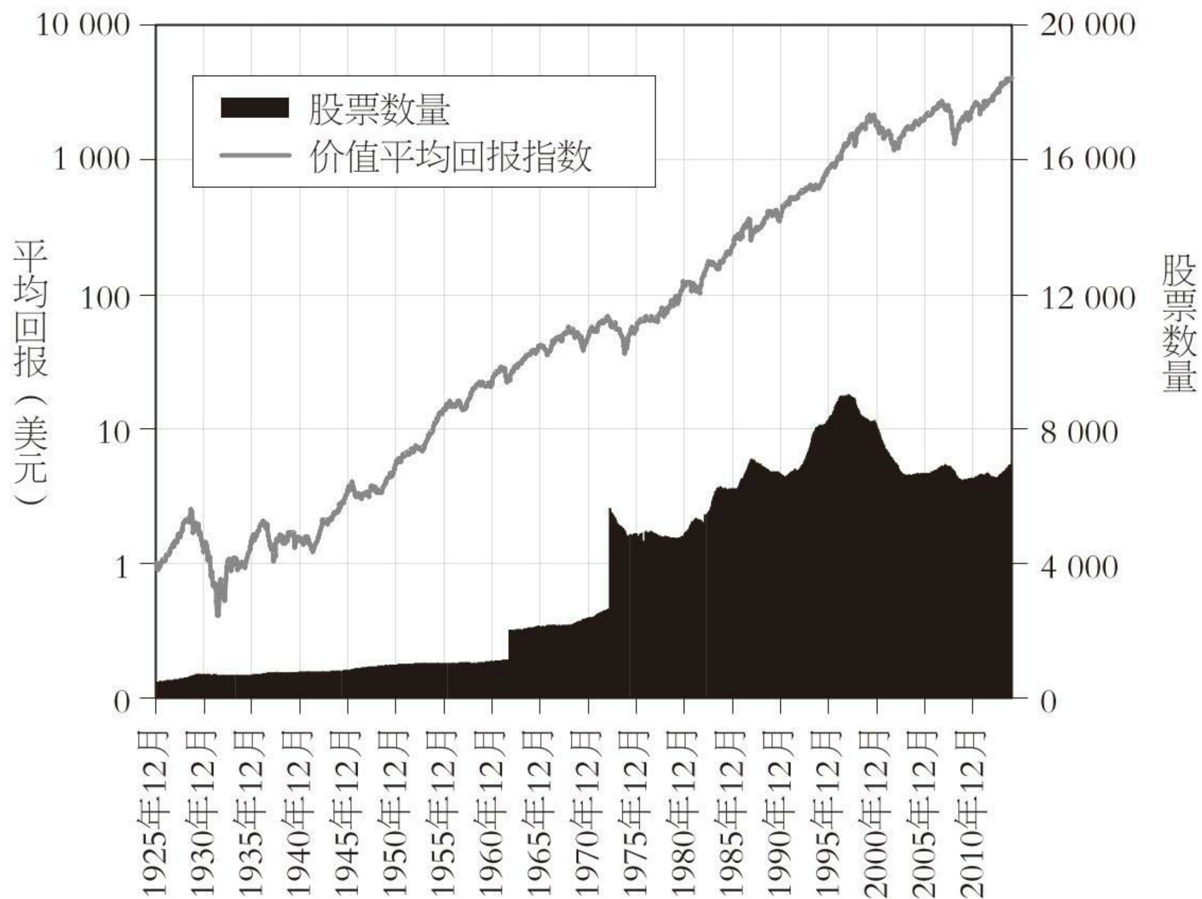


图8.1 1926年1月至2014年12月CRSP价值平均回报指数的对数值，以及指数中涉及的股票数量

来源：CRSP and author’s calculations

这个引人注目的图表显示，美国股市从20世纪30年代中叶到21世纪初叶有着非常可靠的投资回报，70年来相对来说累积回报不间断地稳定增长。我认为这个时期是“大调整期”，因为整个金融市场具有特殊稳定性：例如，在这70年之前、之中和之后的波动率（见图8.2）。(注)图上有一些相当大的起伏，但如果你是长达10~20年的投资者，那么一种充分分散的美国股票投资组合将在这70年期间的任何两个时点上产生相当的平均回报和波动性。凭借这样的累积回报，你可以看到杰里米·西格尔为什么认为我们应该长期持有股票。

在大调整期的稳定的金融环境中，平稳性和理性似乎是合理的近似。传统的投资模式在这一时期出现并变得流行，这并不奇怪。这一投资模式是有效的。买入并持有指数基金的被动投资是有效的。如60–40的资产分配经验法则也是有效的。

不过，这种平稳和理性在最近摇摆的市场上是否还成立呢？图8.1中在2000年以后的累积回报与过去70年的统计特性是否相同？今天投资者面临的迫切问题是，过去15年应被视为顺利上升轨迹中昙花一现的扰动，还是新的世界秩序的前兆。支持后者的证据正越来越多。

---

1. 这一术语还指经济大萧条之后实行的调整金融活动的经济和监管改革，其中包括现在管理整个金融体系的大部分美国法规：1932年的《格拉斯–斯蒂格尔法案》，1933年的银行法，1933年的证券法，1934年的证券交易法，1940年的投资公司法和1940年的投资顾问法。大调整不应与大缓和混淆，Stock and Watson（2002）提出的这一概念是指1987—2007年美国经济周期波动较小的时期。但这两个概念是明显相关的。

新的世界秩序

每一代投资者都认为，他们所处的金融环境是独一无二的，具有前所未有的挑战和创新。然而，有足够的客观理由让我们认为，过去15年来的金融环境，是与大调整期的70年不同的环境。一个明显的指标是波动率。所有投资者在过去几年中都表现得波澜不惊，这很容易看出为什么。图8.2显示了日度美国股票收益（市值加权CRSP指数）在尾部250天窗口的年化波动。使用250天窗口（大约一年的日线数据）的目的是测量短期波动。图8.2显示，在1929年股市崩盘的重创之中，数据出现了极大的波动，但是在随后的“大调整期”的数十年间保持了平稳。

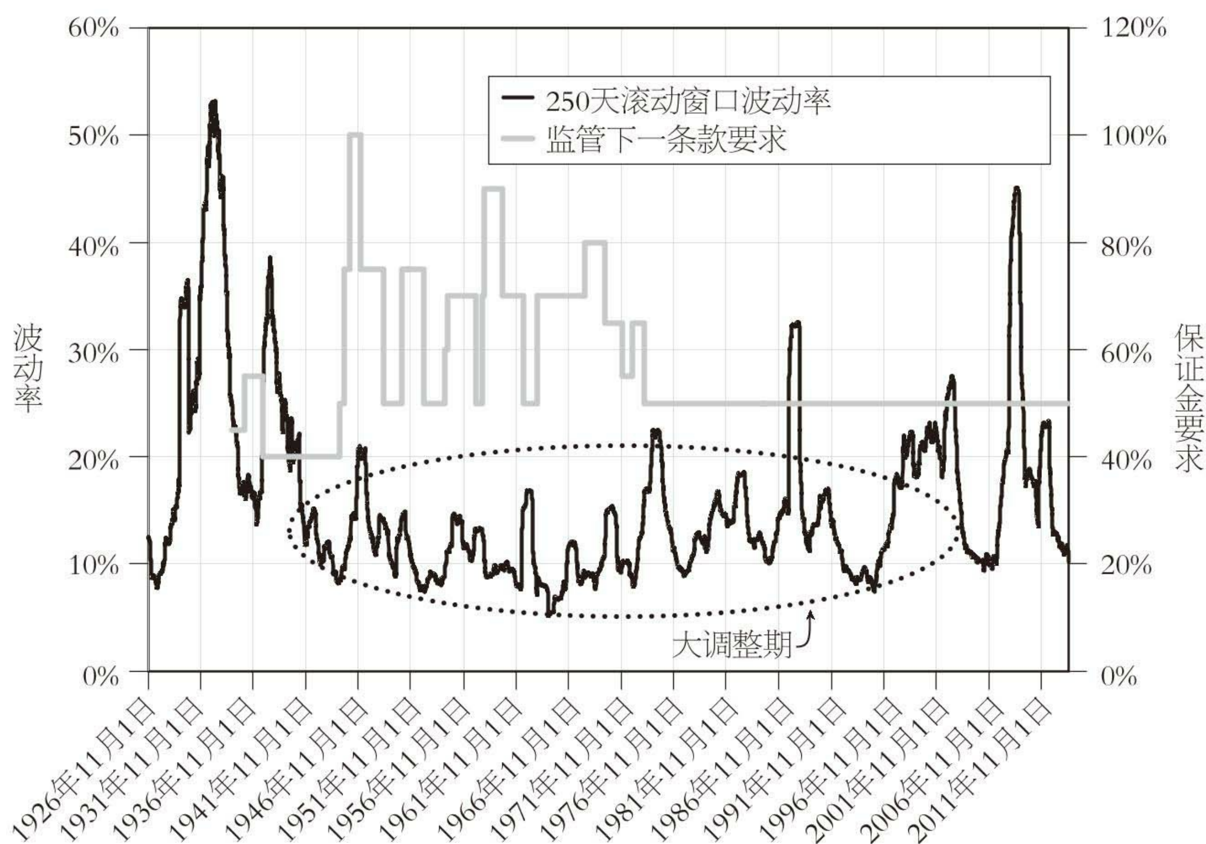


图8.2 1926年1月至2014年12月CRSP日度价值平均回报指数的250天滚动窗口年化波动率，以及监管T－条款要求的保证金要求

来源：CRSP,Brennan and Lo (2012),and author’s calculations

为什么在这段时间内波动率下降？部分原因是监管。从1934年开始，美联储就对购买股票施加了保证金要求。“T–条款”规定了一个最低资本，需要存入经纪商账户作为购买股票的抵押品。最初设定在45%，这个要求意味着客户必须在经纪账户中为他们购买的每一美元的股票存入45美分。保证金要求从40%波动到100%（此时没有杠杆），但自1974年以来固定在50%（见图8.2中的浅灰色线）。

自从1934年下一条款颁布以来，这一保证金要求有12次增长。12次中有9次的250天波动率增加了，12次平均增加了13.6%的波动率。T–条款保证金共降低了10次，并且其中有4次波动率降低了，平均波动率变化为0.1个百分点。不幸的是，较小的数据集意味着这些结果并不具有统计学意义，但它们与自然直觉一致，即随着波动率的增加，保证金要求的增加更频繁地发生，而波动率的降低通常更多地发生在随机时间。换句话说，在1934—1974年（这一年保证金要求被固定了）期间，美联储显然正在积极调整股市波动率。

那么大萧条之后美国股市波动率最大的时期是什么时候呢？是2008年第四季度，雷曼兄弟在全球金融危机条例爆发破产之后。这个波动的顶峰并不是孤立的指标。其他统计数字如交易量、市值、交易执行时间，以及上市证券和投资者的数量等都显示出类似的结论：今天的股市比现代历史上的任何时间都要规模更大、更快、更多样化、更陌生。我们生活在真正不寻常的经济时期。

这些模式很可能只是反映了更广泛层面的一个趋势：人口增长。还记得在第5章中从公元前10000年到现在的世界人口估计的图表（见图5.1）吗？这个星球上的居民人数已经在100年内增加了4倍多。如此巨大而快速的增长不仅对生态有影响，对金融也有影响。这70多亿人中绝大多数出生时没有资产、收入、教育或永久性住房，所有这些都必须在

后天获得。因此，他们几乎肯定会采取某种形式的生命周期储蓄和投资活动，即使它像未雨绸缪一样司空见惯。这些活动必然会增加金融市场的规模，以及各交易对手之间互动的复杂性。

我们已经将世界重塑成了一个不同的场所。使用瑞典人口学家汉斯·罗斯林（Hans Rosling）的杰出的数据可视化工具Gapminder，彩图8.3令人信服地呈现了这种差异。彩图8.3（a）和（b）分别显示了1900年和2015年的世界各国健康和财富的度量——平均期望寿命和人均GDP（国内生产总值）。每个国家都用一个圆圈表示，大小与人口成正比。1900年，美国（彩图8.3a右上角的黄色大圆）处于令人羡慕的地位，人均GDP水平最高，预期寿命最长，并且只有极少数的竞争对手。

然而，彩图8.3（b）讲述了一个截然不同的故事。一个多世纪以后，美国不再是全球经济中唯一的主要经济力量。我们的黄色圆圈现在被许多相当大的竞争对手包围，如日本（靠近美国的大红色圆圈）、欧洲（左边的许多橙色圆圈）。请注意，世界上两个人口最多的国家——中国（最大的红圆圈）和印度（最大的蓝圆圈）正在快速向我们靠拢。这两个国家在过去20年来对全球贸易格局、劳动力供给、工资和生产成本、外汇汇率、创新和生产力造成了巨大的影响。而且这并不是偶然。这些重大的经济转型最终反映了受人口增长和社会政治变化影响的实际资产的供需矛盾变化，也使得近年来全球金融资产价格走势不稳定。大调整期似乎正在让位于新的世界秩序。

风险/收益与惩罚

这个新的世界秩序的最大的影响之一是，原则1的关于风险与收益的权衡可能不再适用。几十年来，风险较高的资产获得更高的平均回报的概念已经具有强有力的经验支持（见表8.1）。如果我们通过收益的波动来衡量风险（金融中最常用的方法），那么就会出现正向的风险与收益权衡。小盘股（市值较小的股票）波动幅度为28.8%，显然比大盘股有风险，波动幅度只有18.8%。平均而言，小盘股每年比大盘股上涨多近2%，额外2%的溢价显然是市场对风险的回报。对于风险较小的债券投资，平均回报率大大降低。对于美国国库券这一最少风险的资产，每年平均回报率只有3.5%，但这些都是名义收益，所以考虑了通货膨胀之后，这个数字接近0%。平均而言，这里的权衡是风险越小，回报越少。当经纪人和财务顾问告诉客户长期持有股票时，经纪人和财务顾问都了解这一点。在很长一段时间内，投资股票比投资债券或现金更好。

但是让我们仔细看看这些数据。表8.1中的风险与报酬权衡横跨了90年的时间。没有几个人能够投资这样的时间跨度。当我们使用5年时间跨度时，风险与报酬的权衡会发生什么呢？毕竟按照大多数投资标准，5年不完全算是短期投资。图8.4显示了风险与报酬的权衡在这个范围内的不一致。这个图表包含两根曲线，第一个是1250天滚动窗口股市的平均收益，1250天是大约5年的数据，(注)第二个是同一时期相应的波动率。这两条曲线似乎正在向相反的方向运动。20世纪30年代波动较大时，平均回报为较大的负值；当20世纪40年代和50年代波动率下降时，平均回报率从10%提高到20%；而当20世纪90年代中叶至21世纪初期的波动率增加时，平均收益再次下降。这两条曲线的相关系数为–58%，无法证实风险收益相关关系是正的。就算它们有关系的话，也只能表明投资者有时会因为承担风险而受到惩罚。

表8.1 1926年1月至2015年股票和债券的表现

	大盘股	小盘股	长期企业债券	长期国债	短期国债	T– 债券
平均收益率	10.0%	12.0%	6.0%	5.6%	5.2%	3.4%
波动率	20.0%	32.0%	8.4%	10.0%	5.7%	3.1%
合计收益	5 390 美元	26 433 美元	188 美元	132 美元	94 美元	21 美元

注：平均收益是用几何复利计算并年化的，波动率是基于月度回报率计算然后乘以$\sqrt{12}$得到的年化波动率。

来源：Ibbotson（2016）

这种关系并不新鲜，最初在20世纪70年代初被费希尔·布莱克记录下来，(注)他因布莱克–斯科尔斯–默顿期权定价模型而闻名。布莱克提出了一个非常聪明的解释，他认为这种风险和回报之间的看似倒退的关系是由杠杆效应引起的。股票价格下跌给投资者带来了负的收益，因为在其资本结构中有债务的公司现在的杠杆率较高，从而导致股票波动率较大。

在最近的金融危机之前美国房地产市场下滑时对房主造成的影响也是类似的。假设你以20万美元的价格购买房屋，首付20%，即4万美元，剩余的16万美元你将使用抵押贷款。如果房屋价值下降了10%，即2万美元，那么在收盘之后，你现在的杠杆比以前更高——你仍然欠抵押公司16万美元，但是你的房屋净值现在是2万美元，而不是4万美元。这意味着，在房价以相同的水平波动下，你剩余的2万美元资本的收益率的波动性更大。

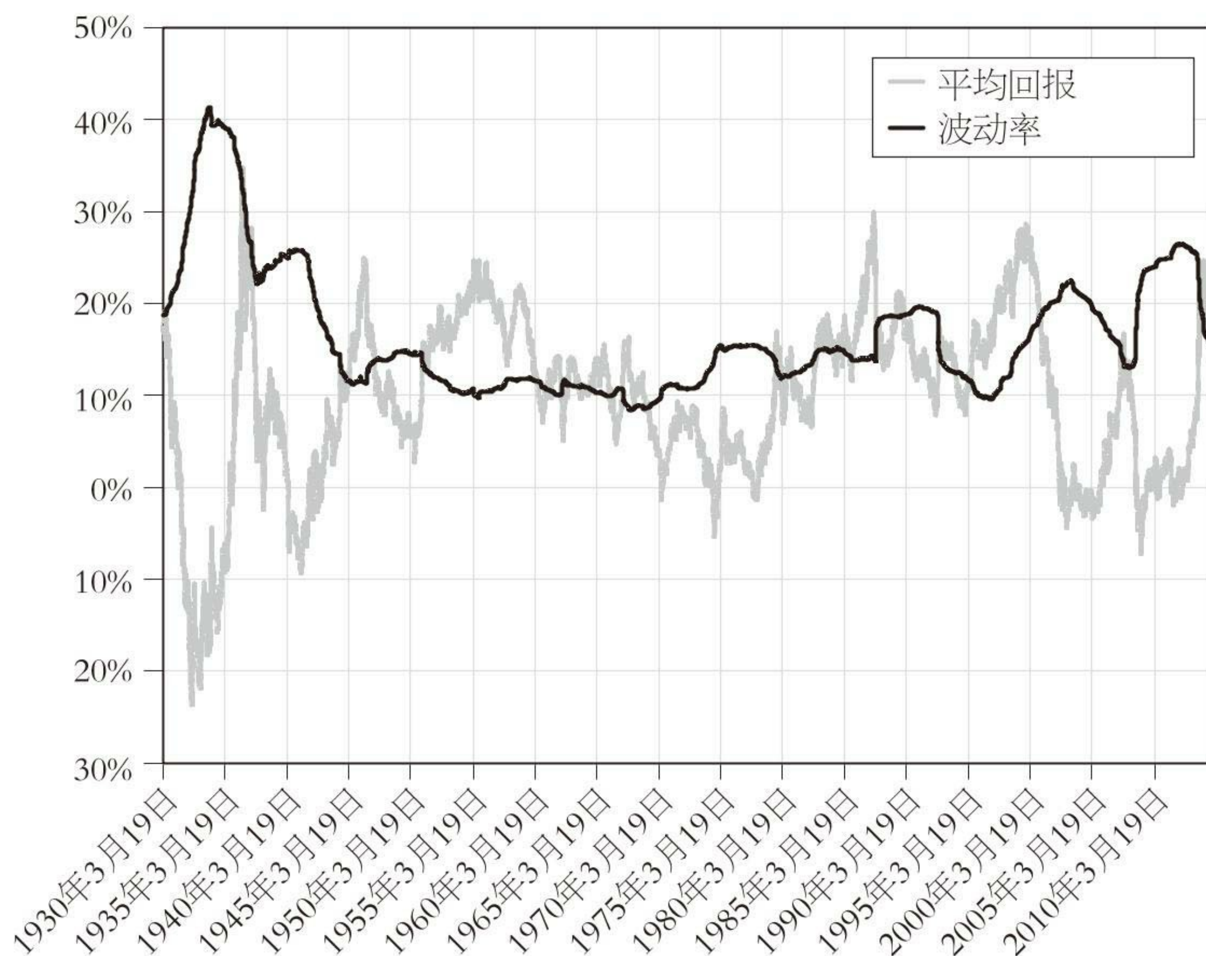


图8.4 1926年1月2日至2014年12月31日间CRSP市值加权平均股市回报指数1250天滚动平均年化回报率和波动率

来源：CRSP and author’s calculations

这个解释似乎非常合理。但只有一个问题：这种所谓的杠杆效应在没有债务的公司中更强大。(注)杠杆不可能是唯一的原因。

适应性市场假说提供了另一种解释。资产波动率的突然增加导致很大一部分投资者通过本能反应迅速地减少其持有量，金融术语里更为人所知的说法是“恐慌”。这种恐慌性抛售对股价施加了下行压力，对更安全的资产施加了上行压力，因为它们现在有更高的需求。投资者恐慌带来的价格变动导致风险和报酬之间的正向关联被暂时违反。一旦这些情绪反应消退，群体的疯狂就被集体智慧所取代，恢复了通常的风险与回

报关系。

在这方面，我们可以将市场看作是两极化的——大多数时候他们看起来都很普通，但是有的时候，会有一种悲观的情绪在市场上蔓延，哪怕是最无害的消息也会造成价格急剧下降。当我们计算88年间的平均值时，这些周期性下降的影响可能不是很大，但是投资者的问题是他们活不了那么久来获得88年的平均值。长期平均值可以隐藏金融市场的许多重要特征，特别是当长期是如此之长的时候，因为它包括完全不同的金融机构、法规、政治和文化习俗以及投资者群体。一条河流的平均深度只有5英尺，但这并不意味着一个不会游泳的6英尺高的徒步旅行者能够安全地通过。

日本股市提供了一个发人深省的例子，说明为什么长期的平均水平并不能说明整个故事。图8.5显示了日经225指数从1949年5月16日至2016年1月18日的水平，也是使用图8.1中类似的对数刻度。日本市场也经历了一个非常稳定的增长期，从20世纪40年代末到1989年年底的市场高点。但在过去的25年中，日本股市一直处于缓慢而稳定的下滑态势。从1989年12月29日日经225指数达到顶峰至2016年1月18日的这大概25年间，日本投资者平均年化收益率（忽略股息再投资收益）约为–3.2%。这也是一个显著波动的时期，如图8.5中的黑条所示。日本“失落的几十年”的根本环境原因除了经济学之外，还包括许多因素。这需要一本单独的书来讲述。但投资者的教训是清楚的：风险与回报权衡可能会在一段时间内失效。金融分析师加里·希林（A.Gary Shilling）表示：“市场能够保持足够长的非理性时间，远远超过我们能够支撑保持不破产的时间。”

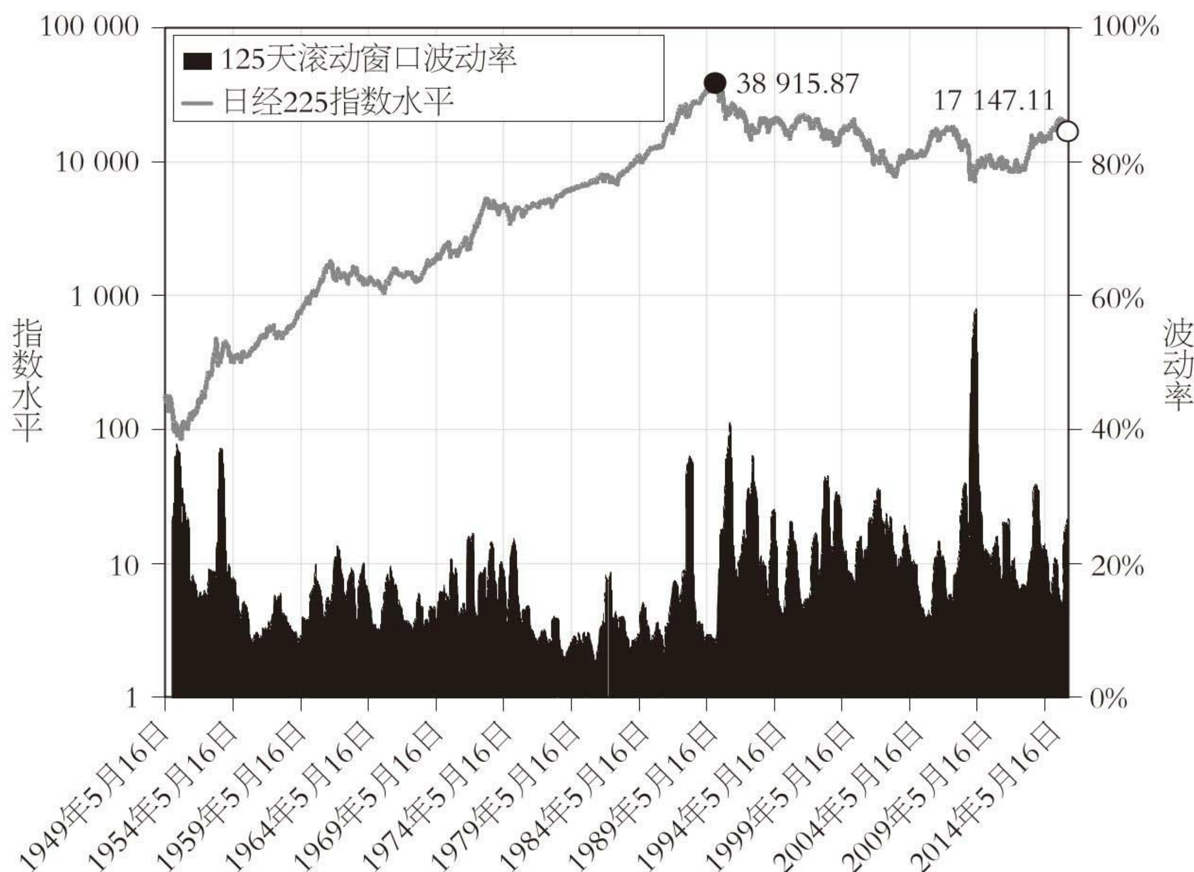


图8.5 1949年5月16日至2016年1月18日间日经225种股票指数的对数值

来源：Nikkei 225 Index

适应性市场假说告诉我们，风险并不总是得到回报，这取决于环境。长期投资股票也可能不是很好的建议，取决于你投资的地点、时间长度以及你的风险承受能力。约翰·梅纳德·凯恩斯有一句著名的话："从长远来看，我们都死了。"但是对冲基金经理也补充了一句重要的结尾："确保短期不会先杀死你。"

---

1. 具体来说，这张图是CRSP市值加权收益指数的1250天几何平均复合年化收益。
2. Black (1972).
3. Hasanhodzic and Lo (2011).

投资的民主化

被动投资——你无法打败市场并且应该投资指数基金的想法——是传统投资模式的重要组成部分，很难理解一个指数基金的想法会有多么的革命性。然而，近年来，似乎有与股票几乎一样多的指数种类。指数的想法来自哪里，又将去往何方？适应性市场假说也可以解释被动投资和指数化的进化性质。

与许多金融创新一样，被动投资的宗谱可以追溯到学术研究中的两项工作。我们已经描述了其中之一：由比尔·夏普发明的CAPM［同时也由约翰·林特纳（John Lintner）、简·莫辛（Jan Mossin）和杰克·特雷诺（Jack Treynor）独立发明］。另一个当然是有效市场假说。CAPM允许投资者通过按照市值比例持有一篮子所有股票，换句话说，模拟整个股市的投资组合（原则3），来构建有效的投资组合。与此同时，在考虑了交易成本和费用之后有效市场假说意味着积极的投资回报不能超过被动投资回报的平均水平。

指数基金业务可能来自学术研究所产生的种子，但大多数人认为约翰·博格尔（John Bogle）是播种这些种子的先驱，并于1976年第一次收获了产出：先锋指数信托。不过，这只是第一个指数共同基金。博格尔慷慨地把他的商业想法归功于他人：

基本的思想可以追溯到几年前。1969—1971年，富国银行从学术模型入手，开发指导投资的原则和技术。约翰·麦奎恩（John A. McQuown）和威廉·福斯（William L. Fouse）率先开展了这项工作，为新秀丽公司的养老基金建立了600万美元的指数账户。通过基于纽约证券交易所所有股票等权重指数的策略，它的操作被描述为“噩梦”。该策略在1976年被放弃，取而代之的是使用标准普尔500综合指数的股

票价格市场加权策略。这样的模型最开始由富国银行自己和美国伊利诺伊州的贝尔电话公司的养老基金运行。(注)

博格尔在这段文字中提出的两个关键观点——最初的指数账户是等权重平均，而且它的操作是“一场噩梦”——并非无关紧要。新秀丽的投资组合涉及纽约证券交易所的100只股票，相等的权重意味着必须将相同的金额投资于每个股票。但随着价格的波动，相同美元的投资不会保持平等，价格上涨的股票相比价格下跌的股票将会有更高的投资组合权重。因而需要经常再平衡投资组合，来恢复相等的权重，在这个案例中是一个月一次。博格尔引用的噩梦是说要计算必要的交易、执行和确认它们，以及每月对100只股票投资组合进行相应的文书工作的这些过程。回想一下，20世纪70年代初还没有个人电脑、电子交易或者电子邮件，充当试算表的实际上是在横纹纸上手工验算数据。

解决这一业务上的挑战的办法是用市值加权取代同等权重。这在开始变得更复杂，因为不同证券之间的投资分配发生了变化，但以市值加权投资的美好之处在于不需要再平衡股票（除非股票被加入或被移除出指数，这种情况下需要微小的再平衡）。一旦以市值加权，就会总是以市值为权重，因为权重随着价格的波动自动调整：随着价格的上涨，市值也在增加，在投资组合中的权重也在增加。

这样看似轻微的变化不仅大大简化了投资组合管理，而且大大降低了交易量。市值加权的投资组合是真正的“买入并持有”。在那些日子里，交易的成本远远高于今天。事实上，新秀丽的账户是在固定佣金时期推出的，当时标准经纪佣金为2%或更高（被监管机构于1975年5月1日终止，这是后话）。投资组合经理的较低成本最终将通过竞争转化为投资者的较低成本，而这已成为指数基金行业的标志之一，主要原因在于约翰·博格尔。

博格尔已经提出了自己的替代方案，即有效市场假说，他称之

为“成本要紧假说”，这是我由衷支持的理论。共同基金的费用可能对投资者的财富造成巨大的损失。在许多情况下，它可以完全超过一个基金经理的阿尔法（如果存在）。通过使用市场加权指数，尽量减少交易，降低成本，博格尔的先锋集团为数百万投资者创造了一场悄无声息的革命。

以市值加权是现在的行业标准，几乎用于所有指数及其相应的共同基金、交易型开放式指数基金和其他旨在跟踪它们的投资工具。实际上，被动投资已成为市值加权的代名词。但从等权重到市值加权的过渡是通过试验来实现的，而不是因为新的金融产品的市场特别有效。数百亿美元的指数基金行业的出现是由竞争、创新和自然选择驱动的进化过程。这就是适应性市场假说。

---

1. Bogle (1997).

指数基金的新物种

指数共同基金的成功从先锋指数信托开始，导致金融创新的进一步爆发式增长。1982年，三种不同的股市指数期货首次亮相，分别基于纽约证券交易所综合指数、标准普尔500指数和价值线指数。针对不同资产类别的指数出现，随之而来的是跟踪它们的指数基金：1986年首个向散户开放的债券指数基金、1990年首个国际股指数基金、1993年首个交易型开放基金。交易型开放基金类似指数共同基金，因为它们密切跟踪指数，但不同的是可以在交易所全天买卖。

如果以前的金融人看到的是“万物皆市场”，我们目前看到的就是“万物皆指数”，当然还有基于这些指数的基金和衍生工具。现代科技环境使得金融创新浪潮成为可能，但如果广大投资者没发现指数有用，这些创新将永远不会繁盛起来。为什么指数基金对投资者如此有吸引力呢？

适应性市场假说告诉我们，金融的形式应该遵循金融的功能，这是进化认可的原则。理想情况下，指数的定义应取决于其使用情况，但行业默认的仅仅是由市值加权的一系列固定的证券。如果我们采用了罗伯特·默顿的功能性观点，并且问一问指数的功能是什么，那么我们可以更好地理解它们的形式吗？[注]

我们可以发现现代指数至少有两个不同的功能。第一个很大程度上是信息方面的。一个指数提供了一个快速和简单的总体投资表现的衡量标准，与任何个别成分股的反常收益相区分，以突显市场的经济驱动因素。这是19世纪80年代的指数本来的功能，也仍然是现在指数被广泛报道的原因。然而，第二个功能对投资者来说更为实用：作为可以同主动管理者相比较的标准，如果这些经理人略逊一筹，则指数可以作为投资

的替代方案。这意味着一个指数应该与相应的可投资指数基金相关联，它的收益要紧密跟踪指数。

鉴于指数的形式应该遵循指数的功能，我们可以倒推出指数必须具有的三个基本属性。第一，它应该是透明的，这意味着指数的每个方面都应该是公开信息，并且可以由任何有兴趣的第三方进行验证。第二，它应该是可投资的，这意味着投资者应该能够在短时间内投入大量的资本到投资组合中，实现指数呈现出的回报。第三，它应该是系统的，这意味着指数的构建应该是基于一定规则的，就像一个好的食谱，而不是依赖于任何随意安排或主观的判定。任何投资者都应该能够遵循食谱并创建投资组合（仅仅可能会受到技术上的限制）。

这种概括可能看起来过于直接，但让我们来看看它的一些含义。一方面，美国联邦住房金融局房价指数等常见指标被排除在外，大多数对冲基金指数都是被排除在外的。这些指标不是以有流动性的标的为基础的，因此它们不能大规模投资。它们仍然提供重要信息，即使他们所测量的不是直接可投资的。另一方面，它们可以作为可投资的其他金融证券的基础，如房地产投资信托和另类贝塔基金。然而，由于投资者不能直接投资于这些标的，而是只能通过演算得出模拟投资回报，因而不符合我们的标准。

我们的新定义涵盖了大多数传统的指标。任何由市值加权的流动性证券组合都符合我们的新定义。我们称这些投资组合为“静态指数”，因为它们意味着静态买入投资组合和被动投资。

但“静态”意味着还有“动态”的可能。基于重新定义的指数概念，我们没有任何理由排除非市场权重的投资组合，其权重可以通过其他关联而系统地变化。自动化交易技术、电信和其他金融技术创新的新环境使我们有能力构建这些新的投资工具。它们在传统意义上可能不被认为是“被动的”，但只要它们仍然满足上述的三个条件，它们就具有相同的目的。为了避免混淆，我们将它们称为动态指数。

1. Merton (1989;1995a,b) and Merton and Bodie (2005).

聪明的贝塔与愚蠢的西格玛

越来越多的动态指数使用特定的程序化投资策略，没有人为干预。例如，2008年，股票分析师潘卡伊·帕特尔（Pankaj Patel）和我创造了一个动态指数，一个基于采用“130/30”策略的股票基金。该基金利用杠杆来投资130%长期头寸、30%的短期头寸。[注]即使是深奥的对冲基金策略，如并购套利（在公开的公司并购过程中下注），现在也可以通过动态指数向普通的投资者提供。

支撑这些动态指标的理论足够简单，就是原始CAPM的自然变化，除了市场组合之外，还有其他因子来估计投资线性的风险与回报权衡。基本面指标（其中权重取决于公司特征，如利润率、账面价格比率等）和低波动指标（选择能够最小化投资组合方差的权重）是最近流行的例子，所有这些都是寻找机会抓住隐藏在市场上的溢价。但是，它们是程序化的，权衡和调整它们的投资组合会依据明确的透明规则，没有人为的干预。这是以思想速度进化的典型案例。

在这个美好的全新指数化世界中，几乎任何合理的投资策略都可以分解为投资风格、权重及其他条件，并且能够为大众重新调整。金融行业目前将这些策略称为“智能贝塔”，即以CAPM中的贝塔命名。这个名字道破了真谛：这里的贝塔和市场整体的一样，但要比其他的更聪明。我和我以前的博士生亚斯米娜·哈桑霍德奇克（Jasmina Hasanhodzic）在研究对冲基金贝塔的复制过程中对这种趋势得到了符合逻辑的结论：如果特定对冲基金策略的回报中包含可以使用有流动性的期货合约克隆、识别、量化和复制的共同因子，而不需要积极的管理，为什么不把它们也包括进指数呢？[注]

那么对投资者来说的关键问题是，给定的策略指数是否具有可持续

的和足够有吸引力的风险溢价，如果是的话，在什么条件下，换句话说，这个指数的回报是否值得冒险？许多投资者了解到，“智能的贝塔”的优势有时会带来“愚蠢的西格玛”这样的缺点，也就是存在无法得到回报的风险。

在这一点上，适应性市场假说与投资者直接相关。有效市场假说意味着投资者不应该产生高于CAPM或类似的风险与回报权衡的稳定回报（传统投资范式的原则3）。任何高于这种关系的可持续风险溢价都会被追求利润的投资者在套利中消除。然而，适应性市场假说表明，鉴于金融环境和市场的投资者历史，投资者可能会获得可持续的风险溢价。[注]当然，挑战是如何找到它。

为此，适应性市场假说给了我们一个提示：更多地关注市场的动态，而不是关注任何静态的最终状态或均衡。例如，假设一群新的非理性投资者进入市场，他们的交易行为迫使证券的价格远离其理性价值。市场的规范通常会对这些投资者进行惩罚，导致他们在退出市场或改变其战略之前整体性地亏损。然而，随着新的非理性投资者持续地进入市场，行为溢价可能进一步持续，乃至在极少数情况下变成可持续的。这与巴纳姆（P.T.Barnum）说的意思差不多，“每一分钟都有一个新的投资者出生”。一个动态指数旨在利用这种异常的行为作为额外回报的来源，也就是一种行为溢价。

可持续性对投资者至关重要，但问题的最终核心是预期回报的来源。我应该向我的投资组合经理支付对冲基金费用，还是通过低成本的被动指数共同基金也能获得相同的投资回报？换句话说，是选择极其罕见的、昂贵的、受到资金量限制的阿尔法，还是贝塔？适应性市场假说的答案是，随着时间的推移，竞争使得阿尔法商品化，以至于回报刚好足以补偿投资者与其投资活动相关的风险。换句话说，阿尔法最终要么完全消失，要么变成贝塔——无限制，容易实现，而且便宜。因此，搜索阿尔法是一个持续的挑战，而不是静态的。当我们重新回顾随机游走

时，我们将在本章后面看到一个例子，说明了阿尔法的兴衰荣枯。

虽然适应性市场假说容纳了更流行的阿尔法和贝塔观点，但这种传统投资模式把两者看作是分离的和永恒的自然状态。非常不幸的是，这导致了一个意想不到的后果：主动的策略会主动管理风险，被动策略根本不管理风险。指数回报的忠实再现现在是指数管理者最重要的关注点，即使该指数使其投资者坐上了可怕的过山车。更加讽刺性的观点是祸不单行。如果每个指数基金都有类似的损失，那么个别指数管理者就不太可能受到惩罚。

但投资者通常并不如此幸运。2008年10月24日，在金融危机爆发之前，按芝加哥期权交易所VIX指数（波动率指数）衡量，标准普尔500指数波动率达到创纪录的89.53水平。这个数字是什么意思呢？在年化波动率为89%的情况下，在合理假设下，(注)亏损的概率为59%，损失25%以上的概率为43%。标准普尔500指数的被动投资者面临着非常大的风险，这是他们肯定不想承担的风险。

对冲基金行业通常使用的另一个风险度量是最大跌幅统计量，定义为基金整个历史上任何投资期间资产净值的最大下降百分比。这是衡量最坏情况的一种措施——投资者如果投资于顶点并以最低的价值退出，那么投资者可能会遇到最糟糕的情况。标准普尔500指数在2007年1月1日至2015年12月31日期间的最大跌幅为56.8%，发生在2007年10月9日至2009年3月9日。没有投资者能轻松地承受56.8%的损失，特别是没有定期监控投资组合的投资者。对投资者来说还算安慰的就是市场的其他部分也经历了相同的下跌。

难道被动投资必须总是接受风险，而无法享受主动风险管理的好处吗？答案是否定的。专业投资组合管理中最强烈的特征之一是实时监控投资组合，并决定何时应对快速恶化的市场状况。然而，大部分监控可以通过预设的规则来自动化，这些预设规则可以提醒投资者——短信、

智能手机推送和社交媒体，使这一点变得简单——在需要时做出决定。对于专门用于实现指数回报的被动策略，这一点尤其明显。现有技术可以通过算法交易、衍生工具、证券交易所设计、电信和后台基础设施，轻松整合主动风险管理与被动投资。由于这些新技术，现有的主动风险管理与主动投资，被动风险管理和被动投资之间的关联被切断了。

---

1. Lo and Patel (2008).
2. Hasanhodzic and Lo (2007).
3. Lo (2004;2005;2012a).
4. 技术细节上来说，假设对数正态分布的指数具有10%的年化平均收益。

解散阿尔法–贝塔–西格玛联盟

以下是如何切断此关联的具体示例。想象一下，一个动态指数基金，不含有任何阿尔法，却是一个多元化的股票投资组合，有主动的风险管理把波动率指数控制在目标水平之上。这听起来很复杂，但是就像设置汽车的巡航定速一样简单。如果在指定日期中，指数的估计波动率超过预先规定的阈值，那么它将部分基金投资于现金。另一方面，如果波动率低于该阈值，那么它将超过100%基金比例的资金投入指数：换句话说，它在基金投资中加入了杠杆。仅此而已。

波动率阈值就像是目标速度。将巡航定速设置为每小时65英里，定速机制将在汽车下坡速度超过65英里时自动应用刹车功能。同样，如果指数超过波动率阈值，基金将投资于现金，将刹车应用于波动。当汽车上坡，速度低于65英里时，巡航控制将应用在油门；如果指数低于阈值波动，该基金将更多地投资该指数。正如巡航定速功能自动调节刹车和油门以保持固定速度一样，动态波动管理策略可为投资者维持更稳定的风险水平，从而提供自动化的投资组合。

这种波动率控制算法在实践中如何工作呢？(注)图8.6包含了1926—2014年的原始指数的波动率和波动率控制指数的波动率的比较。我使用了16.9%的目标波动率，这是样本在整个时段上的波动率。对于算法，我使用21天的滚动窗口来计算短期波动率，也就是一个月的交易日。为了进行比较，我使用125天滚动窗口（6个月的交易日）来估计长期波动。这两条曲线证实了这样一个想法：动态调整投资组合，根据短期波动率，创造出一个明显较小的波动性的回报。巡航控制算法保持基金更稳定，至少纸面上如此。

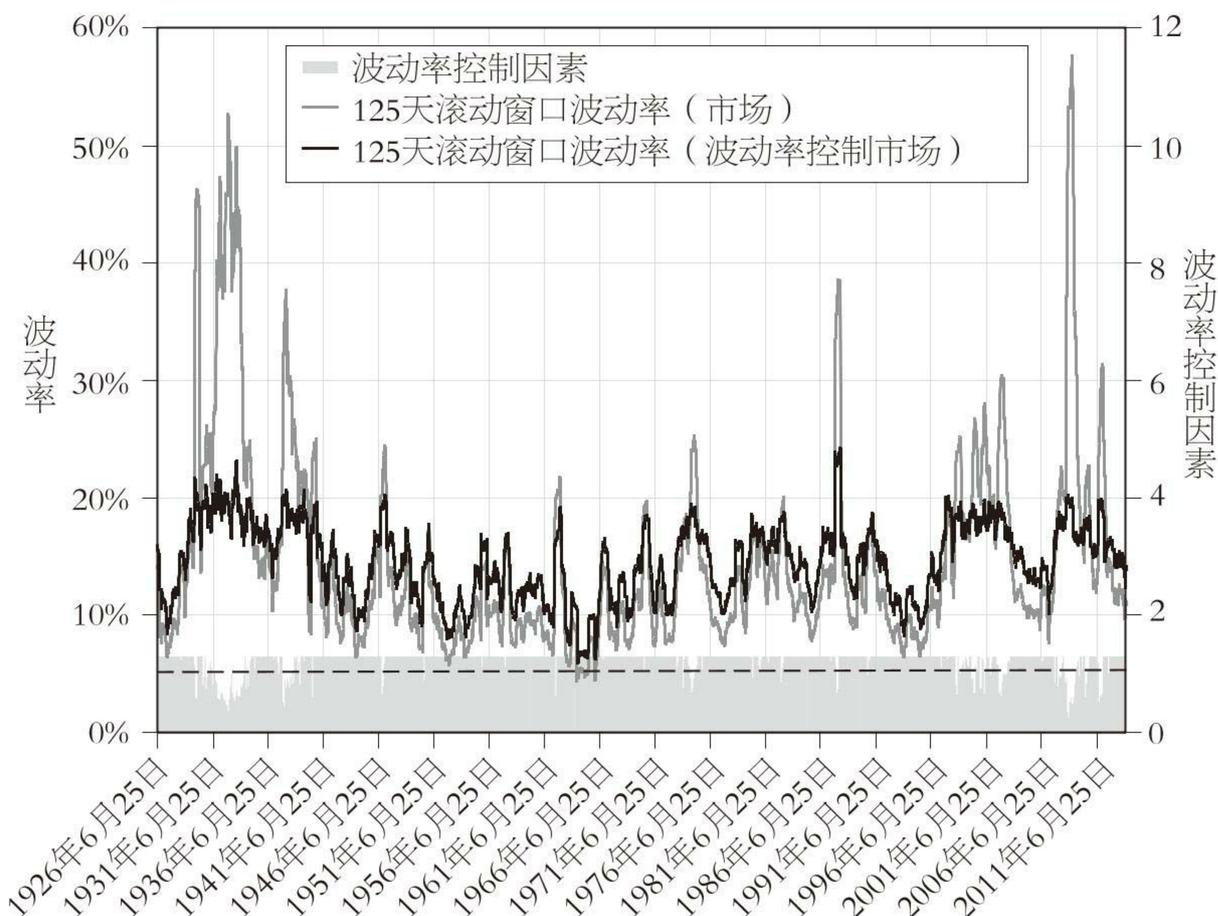


图8.6 1926年6月25日至2014年12月31日间CRSP日度市值加权指数回报125天滚动窗口年化波动性估计，用21天滚动窗口估计的年化波动率来进行波动率控制或不控制，目标波动率为16.9%

来源：Lo（2016）

这种稳定性确实是有代价的。每天规整投资组合需要积极的风险管理。巡航定速机制必须踩刹车或油门。该基金通过交易指数成分股来调整其投资组合的风险敞口，或者更有可能使用期货或远期合约来动态地调整在指数上的头寸。图8.6底部的灰色条形图显示了规整量κt；水平直虚线设定为规整因子等于1。大部分时间，κt处于1.3的上限。这意味着大多数时候，美国股市的短期波动性小于目标波动16.9%，除以1.3（恰好是13%），并且基金应该以130%投资于市场。然而，κt偶尔低于虚线，表明短期波动已经超过目标水平16.9%，投资组合的一部分应转为

现金。

通过积极管理基金的风险，该算法体现了典型投资者想要做的事情，在给定可用的时间和资源情况下积极管理风险。当风险过高时，该基金会减少市场风险敞口，并在风险回到正常水平时恢复。然而，由于目前的技术，基金能够比所有主动交易者更程序化地、更频繁地做到这一点。

这个更高的交易频率对于基金来说成本是多少？我们的模拟假设现金投资于一个月的美国国库券上，所有投资组合权重的变化都会导致交易成本为交易规模的0.05%或者说5个基点（bps）。对于现代市场来说，这已经很高了。对于标准普尔500指数，使用芝加哥商品交易所的E–迷你标准普尔500期货合约实施动态指数将大大降低交易成本，使其远远低于5个基点。注我们在计算日收益时扣除了交易成本。

表8.2显示，持有该巡航定速基金的投资者会得到回报。投资于1926年的1美元在2014年成为11141美元，与未进行风险管理的指数的4162美元相比更有利。更重要的是，灾难变得不那么具有毁灭性。在89年间，进行风险管理策略的最大跌幅为72%，这确实是非常严重的，但同期未进行风险管理指数下跌幅度为84%。

我们也可以比较两个指标低概率异常事件的可能性。这在技术上比较有难度，但是一个称为“峰度”的统计量衡量了相对于正态统计分布的非常不可能发生的事件。回忆一下在第1章中，由于其形状，正态（或高斯）分布有时被称为钟形曲线。由于与随机游走假说相关的复杂原因，正态分布是自然界中发现的最常见的统计分布。但是，金融上的收益率并不呈现出这种分布。正态分布的超额峰度为0。对于原始指数，根据表8.2，超额峰度为16.87。在这个领域的行话中，这种分布是“肥尾”的。不太可能的事件会更有可能发生。然而，对于有风险管理的基金，超额峰度仅为4.85，更接近标准的钟形曲线。

如果你是有经验的投资者，你可能知道一种用来管理波动性的金融产品已经存在了：投资组合保险。这是一个毁誉参半的古老想法，因为最早的版本并不完全成功，但已经演变成更有效的东西：标普500指数的看跌期权。此期权可让所有者以预先确定的价值，比如确定价值为2000，在未来60天间的任意时刻出售该指数。如果指数的当前值为2175，那么看跌期权在60天内确保指数的价值至少为2000。保险确保的价值与当前指数水平之间的差额可以视为保险单“免赔额”，看跌期权所有者在期权期间暴露的最大损失是175。

表8.2 进行动态波动性管理后1926年1月25日至2014年12月31日及其子区间CRSP日度市值加权指数回报的样本统计值

	收益（自由市场）	收益（控制波动率）		控制波动率		收益（自由市场）	收益（控制波动率）		控制波动率
1926—2014 年					2010—2014 年				
平均数	9.26%	10.41%	平均数	1.14	平均数	14.1%	14.5%	平均数	1.13
标准差	16.86%	14.94%	标准差	0.26	标准差	16.2%	15.7%	标准差	0.25
夏普比率	0.36	0.48	最小	0.17	夏普比率	0.87	0.92	最小	0.34
倾斜	–0.12	–0.54	中位数	1.30	倾斜	–0.40	–0.51	中位数	1.30
超额峰度	16.87	4.85	最大	1.30	超额峰度	4.53	1.80	最大	1.30
最大跌幅	–84%	–72%			最大跌幅	–21%	–21%		
收益	4 162 美元	11 141 美元			收益	1.94 美元	1.98 美元		
1926—1935 年					2012—2014 年				
平均数	3.5%	5.0%	平均数	0.92	平均数	18.5%	20.3%	平均数	1.24
标准差	26.8%	17.2%	标准差	0.36	标准差	11.8%	14.5%	标准差	0.11
夏普比率	0.06	0.18	最小	0.17	夏普比率	1.57	1.39	最小	0.81
倾斜	0.44	–0.15	中位数	0.96	倾斜	–0.26	–0.32	中位数	1.30
超额峰度	9.64	3.14	最大	1.30	超额峰度	1.09	1.17	最大	1.30
最大跌幅	–84%	–72%			最大跌幅	–10%	–13%		
收益	1.51 美元	1.77 美元			收益	1.67 美元	1.74 美元		

（续表）

	收益（自由市场）	收益（控制波动率）		控制波动率		收益（自由市场）	收益（控制波动率）		控制波动率
2005—2014 年					2014 年				
平均数	7.7%	9.2%	平均数	1.07	平均数	10.5%	9.4%	平均数	1.25
标准差	20.4%	15.7%	标准差	0.30	标准差	11.3%	14.1%	标准差	0.10
夏普比率	0.31	0.50	最小	0.20	夏普比率	0.93	0.66	最小	0.91
倾斜	–0.18	–0.44	中位数	1.26	倾斜	–0.45	–0.57	中位数	1.30
超额峰度	10.09	1.37	最大	1.30	超额峰度	1.19	1.39	最大	1.30
最大跌幅	–55%	–38%			最大跌幅	–8%	–10%		
收益	2.11 美元	2.42 美元			收益	1.11 美元	1.09 美元		

注：用21天滚动窗口估计的年化波动率来进行动态波动率控制，目标波动率为16.9%，杠杆上限为1.3（或30%）。

来源：Lo（2016）

控制波动性的动态策略无论如何都绝对不是保险的。但波动率的巡航定速有时会与投资组合保险相混淆，因为期权的回报可以通过与波动性巡航控制相近似的特定动态交易策略来复制。特别是金融经济学家费希尔·布莱克和安德烈·波罗尔德（André Perold）指出，这种被称为增量对冲的动态策略——包括交易无风险债券投资组合和标准普尔500指数，从而使指数下跌时股票头寸降低、债券头寸增加，反之亦然。[注]对比而言，在波动率巡航定速机制中，随着短期波动率的增加，股票头寸下降，但不是随着市场变动的方向改变的。

为什么这很重要呢？股票价格和波动率是负相关的，正如布莱克在1976年发现的那样，[注]这意味着波动较大的时期与股权回报率较低的时期相关，正如我们刚刚看到的图8.4所示。因此，为应对波动性增加而减少市场风险敞口，波动率降低就增加市场风险敞口的策略往往会对投资表现产生正面的影响。如果布莱克的股价和波动之间的关系持续存在，波动率控制机制可能会增加我们的整体表现，因为在波动率超过目标的期间巡航定速会让部分投资于现金。另一方面，投资组合保险不会

直接受益于这一效应，因为其股票头寸与股市变动方向（第一天到第二天之间相当随机）是负相关的，而与股市波动无关。

我们可以确认波动率巡航定速对表现的影响，图8.7比较了原始指数的1美元投资与波动率控制指数的累计收益。在89年间，波动率控制指数的表现超过基准指数达25%。通过在波动率高的情况下减少股权头寸，管理风险的指数在股权风险溢价低于平均水平时持有更多的现金，而在股权风险溢价高于平均水平时持有更多的股权，这利用了布莱克在41年前记录的股票价格与波动性的反向关系。

尽管投资组合保险与波动性巡航定速相似，这在表面是巧合，但是波动性控制的目标更为简单：维持更稳定的波动水平，以避免引发投资者的恐慌性抛售。这个例子说明了将主动的风险管理与主动的投资管理分开的好处。基于目前的交易技术、算法策略和丰富且流动性很好的指数期货合约，两者之间没有挂钩的必要。

有许多方法来改进和定制这种简单的巡航控制策略，以适应每个投资者的独特情况，特别是考虑到现在可用的强大的交易和投资组合优化工具。这为大量新的金融产品和服务打开了大门，唯一的限制是投资组合经理和金融顾问的想象力。

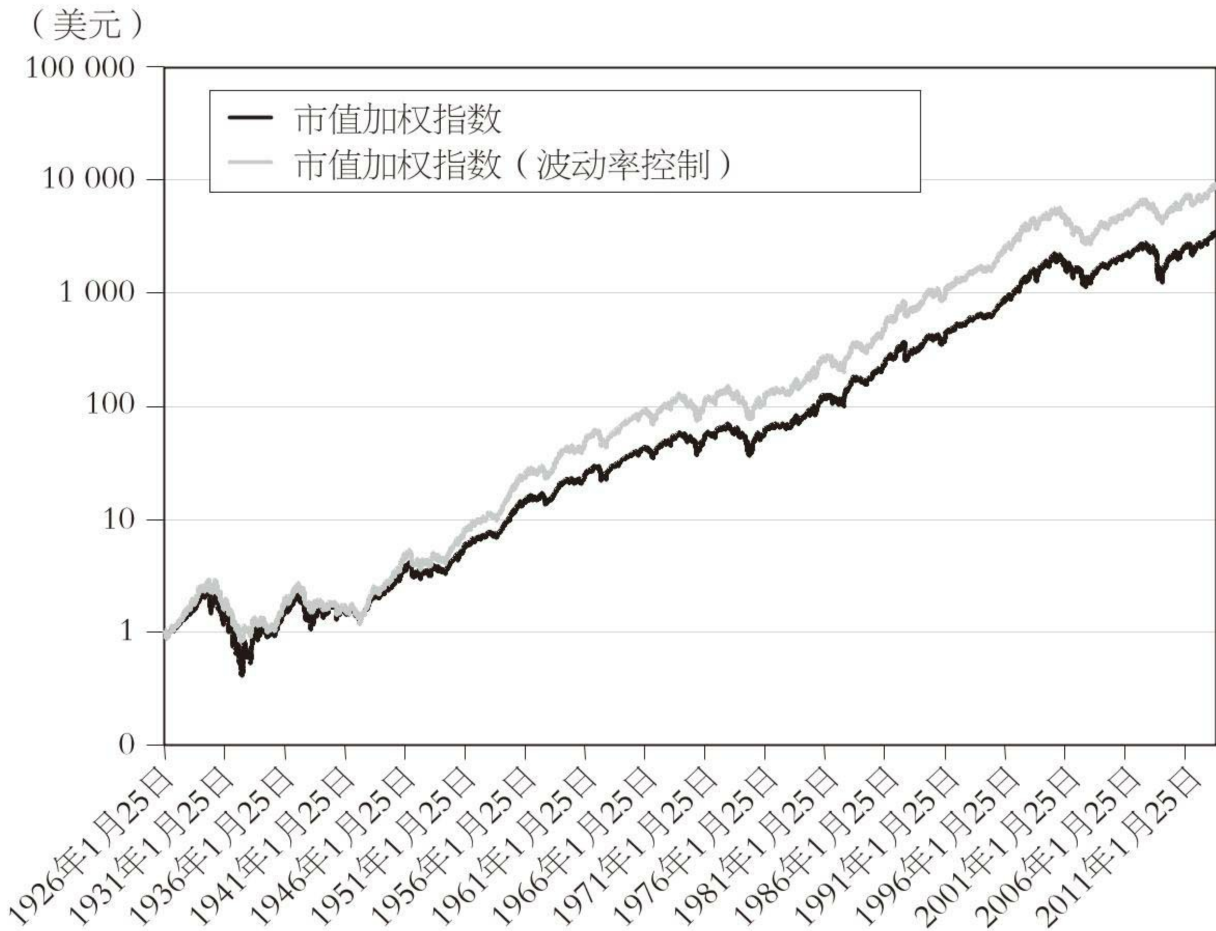


图8.7 1926年1月25日至2014年12月31日间CRSP日度市值加权指数回报，进行波动率控制（灰线）或不控制（黑线）。动态波动率管理策略的目标波动率为16.9%，杠杆上限为1.3（或30%），用21天滚动窗口估计的年化波动率

来源：CRSP and author’s calculation

---

1. 进一步的技术细节：我将算法应用于1925—2014年的每日CRSP价值指数收益率，使用21日滚动窗口波动率估计，具有一阶滞后，并且年化波动率目标值为16.9%（恰好是CRSP市值加权指数的波动在整个样本期间的回报）。我使用了一个更长的125天的窗口来比较并表明，波动率控制确实有效果，甚至使用非21天的窗口来调整投资组合。更多的内容请参阅Lo（2016）。

2. 电子迷你标准普尔500的合约价值是50乘以指数价值，因此指数水平为2000时，合约价值为100000美元。本合同的买卖价差通常为1点，也就是每份合同12.50美元。因此单向成本可以近似为这个数量的一半，或0.625个基点（bps）。电子迷你标准普尔500指数的额外费用（包括佣金、美国全国期货协会、交易所等）从每份合同1.87美元到2.46美元不等，取决于执行方式，平均为0.221个基点。因此，截至2015年3月30日，执行单一合同的

总成本略低于1个基点。

3. Black and Pérold (1992).

4. Black (1976).

再看随机游走

对指数基金、波动性管理以及风险与回报权衡的适应性的推断都是很好的，但适应性市场假说对人们最关心的金融问题——“我能打败市场吗”——又有什么新的见解呢？如果答案是肯定的，你可以打败市场，那你能持续做下去吗，并且能以很大的规模做下去吗？我对这些问题的答案分为两个部分。

第一个答案取决于“你”是谁。如果你是大卫·肖、吉姆·西蒙斯或乔治·索罗斯，那么我们已经从第7章知道了答案：答案是肯定的。他们可以打败市场，而且优势很大。

但是有一个陷阱。（难道不是总有吗？）即使是这些非常成功的对冲基金经理也不是总有一个完美的策略。为了随着时间的推移维持盈利能力并逐渐增加资本，他们需要制定新的战略，因为之前的策略开始失去价值，模仿者在追求类似的想法。换句话说，他们需要适应。正是这种适应过程——竞争、创新、探索、开发和灭绝——使得市场有效。

事实上，交易策略的复杂动态系统也可以被看作进化过程。在前一章中，大卫·肖在描述德劭集团的增长时，承认了这一点。任何试图通过交易金融证券赚钱的人都认为这个结论是真实的。例如，我在第2章提到的传奇交易员维克多·尼德霍夫在1997年出版的自传《投机教父尼德霍夫回忆录》中有一章题为“市场生态学”，其中他列出了金融生态系统中的广泛种类，包括食草动物（做市商）、食肉动物（大型投机者）和分解者（大厅交易员和破产投资者）。[注]尼德霍夫和他老朋友兼商业伙伴、哈佛的经济学家理查德·泽克豪泽（Richard Zeckhauser）在一次1983年的演讲中提出了这些想法。他们在美国经济协会的年度会议上发表了一席题为“金融市场参与者的理性如何”的讲话。[注]泽克豪泽认为尼

德霍夫很多交易的成功，要归功于他认识到的市场适应和演变。最近，在2005年的一篇名为《阿尔法猎人和贝塔食草者》的文章中，著名的投资者马丁·莱博维茨（Martin L.Leibowitz）使用生态学比喻来解释主动和被动投资之间的差异。[注]

许多学者试图正式地模拟这些动态。[注]其中一个人是J.多因·法默，一位著名的物理学家、数学家、生物学家、对冲基金经理，以及我的合作者，他的发现被记载在一系列新闻文章和至少两本书中。[注]你还记得在第1章中，我提到一个非常聪明的人能够从过去的表现中预测轮盘赌未来的结果吗？那就是多因。作为一名年轻气盛的物理学家，他开发了一种基于轮盘旋转和其他物理特性来预测轮盘赌结果的算法，然后把算法编入藏在他的鞋子中的微芯片中，从而在拉斯韦加斯赌场获利。作为混沌理论和复杂系统这些新的数学领域的共同创始人之一，多因博学多才，广泛地利用他的天赋。他首先给我介绍了几个与经济学特别相关的理论生物学模型，1999年他和我发表了一篇论文，概述了将进化理论应用于有效市场假说的可能性。[注]他后来又发表了更多关于生物学和物理学在金融领域中应用的论文。

除了他的学术追求之外，多因与他的同行物理学家诺曼·帕卡德（Norman Packard）共同组建了一个成功的量化对冲基金——预言公司。该基金使用多种算法交易策略在世界各地的股市获利。根据他的这段经历，多因在2002年发表了一篇名为《市场力量、生态与进化》的绝妙文章，他在金融市场和生物生态学之间形成了一个精确的类比。他的理论建立在格罗斯曼和斯蒂格利茨的观点之上：如果市场是完全有效的，那么金融交易就没有动力，所以市场永远不会是完全有效的。这些无效率支撑了丰富的专业交易策略生态。每个策略都会影响价格，反过来又会影响其他策略的盈利能力。他展示了如何绘制相应的“市场食物网”，以及生态学中的关键概念如何适用于金融市场。

最著名的生态学结果之一是洛特卡–沃尔泰拉方程。这些方程解释

了为什么种群数量不一定会稳定下来，而是可以像第1章的猪周期那样随时间自发地摆动。多因表示，同样的事情也可能发生在金融市场，所以投资于某种交易策略的资金量不会固定，而是自发地摆动，市场无效率的程度会随着时间的推移而变化。即使对于一个聪明的统计学家来说，在这个模型中，利用市场无效赚钱所需要的时间通常是10多年，所以通向市场无效的过程可能是缓慢的，完美的有效市场是完全不会达到的。[注]这些结果证实了一些经济学家们的结论：自然选择并不能保证理性或市场有效，即使是从长远来看。[注]

适应性市场假说建立在这些想法的基础上，并将它们引入新的方向。与有效市场假说不同，适应性市场假说意味着市场效率不是一个二者取其一的条件，而是一个连续体。市场效率取决于两种市场参与者的比例，一种用他们的前额皮质做出投资决定，另一种则用更直觉上的能力，比如“战或逃”。换句话说，应该测量市场有效率的程度，类似于空调或热水器的能源效率。

市场效率与市场参与者适应市场环境的程度直接相关。一个相对较新的市场可能比几十年来一直存在的市场效率低下。然而，即使在后一种情况下，如果环境变动或投资者群体发生重大变化，则仍可能会导致效率低下。事实上，许多证券交易所常规地衡量和管理市场效率，作为其持续地努力改进市场质量的一部分。

让我们回到传统投资范式中的平稳性和理性的隐含假设。这不应被视为非黑即白，而是随着市场条件和投资者群体变化和适应而变得或多或少准确的近似或“仿真故事”。

克雷格·麦金利和我表明随机游走假说不符合1962—1985年的美国股票市场。但随机游走随着时间的推移变得如何呢？它总是假的，还是随着市场状况而变化？

随机游走假说预测今天的股票收益与未来的股票收益无统计学关

系。我们可以用自相关系数ρ来衡量这个预测，ρ是一个在–1和1之间的统计量，所以通常用百分数表示。值为100%意味着今天的回报可以直接完美地预测明天的回报。–100%的值表示，今天的回报与明天的回报之间存在完全负相关的直线关系。而0%的值表示根本没有可辨别的关系，也就是随机游走假说所支持的。

图8.8给出了随机游走假说随时间推移的表现，使用了从1926年1月1日至2014年12月31日的日度全部美国股票回报数据，滚动时间窗口为750天（大概为三年的交易时间），计算了市值加权和等值加权两种方式的指数的相关系数。结果表明，股市的可预测性是不断波动的，而不是像有效市场假说所暗示的那样。20世纪30年代是一个有非常小的可预测性的时期，ρ保持在统计无关的范围内（由两条虚线标记的0周围的间隔），所以随机游走假说是现实的合理近似。从20世纪40年代开始，ρ开始攀升到这个范围之外，变得具有统计意义，并在70年代中期达到高峰，之后逐渐下降，最近的金融危机之前回到了统计无关的范围。在危机之后，不仅ρ继续下降，反而显著为负。这意味着日间逆转，今天的正回报可以预测明天的负回报。市场动态发生了变化。

什么因素解释了这个世纪的自相关模式？我们甚至不能在有效市场假说框架下正确地提出这个问题。然而，适应性市场假说立即表明这些因素是环境因素，即金融形势有所变化。技术是一个重要因素。计算机、电子交易、电信、商用金融数据库的出现以及交易员、做市商和投资者之间的竞争加剧造成了技术性军备竞赛。这可能解释了自相关性自20世纪70年代中叶以来的高峰之后的一些下滑趋势，因为自相关性中蕴含的“果汁”会被套利挤榨干净。但监管格局的变化也对塑造市场的生态起着至关重要的作用。为什么高峰期是在20世纪70年代发生的，而不是更早或更晚？

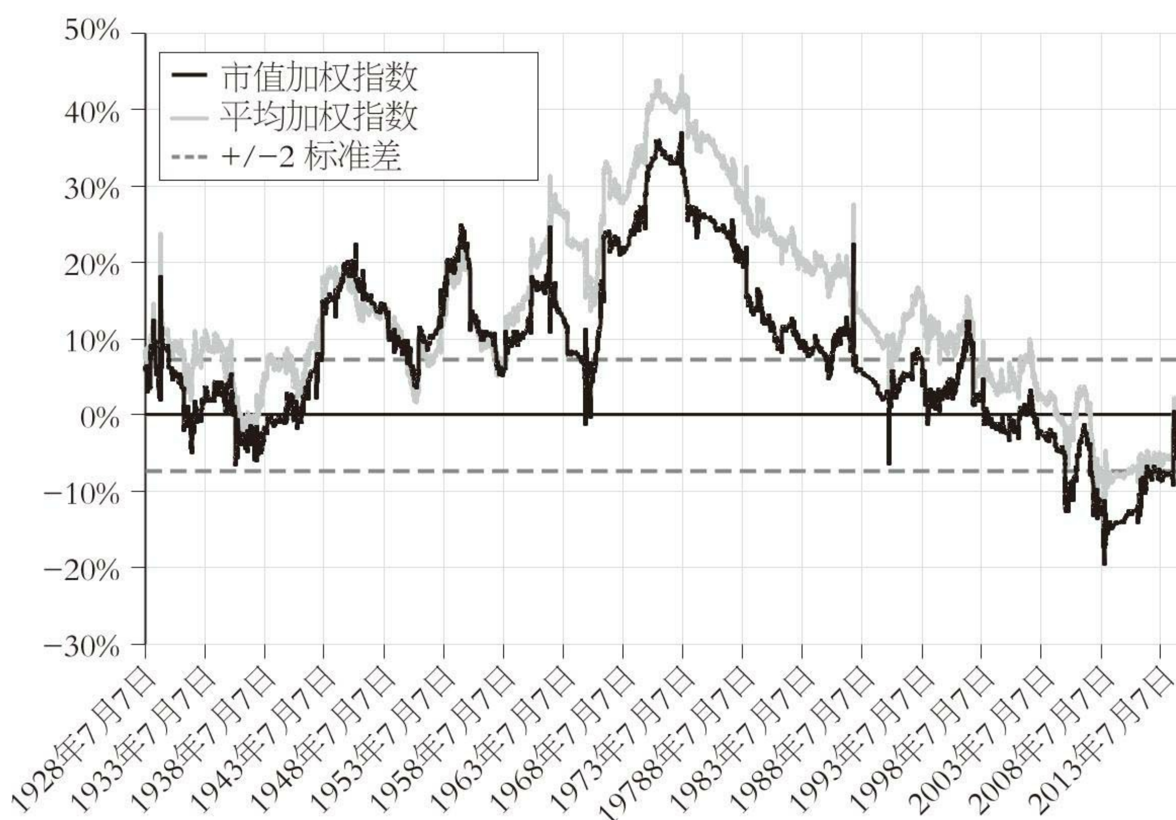


图8.8 1928年7月7日至2014年12月31日间CRSP市值加权和平均加权指数750天滚动窗口一阶自回归系数。虚线为0附近2倍标准差范围

来源：CRSP and author’s calculation

一个可能的解释是“五月事件”。1975年5月1日，美国的监管机构要求废除固定佣金时，美国的金融体系经历了海啸般的巨变。在“五月事件”40周年之际，《华尔街日报》的专栏作家杰森·茨威格（Jason Zweig）解释了这一事件的重要性：“除了一些小的例外，183年以来，每交易100股、1000股或100000股的成本通常是相同的：经纪人经常在典型的交易中提取2%以上。‘五月事件’将这一美好的小世界打成了碎片……‘五月事件’打破了华尔街的垄断地位，解放了折扣经纪行业，鼓励了独立研究和投资世界的民主化。”注

“五月事件”之前，经纪人试图给客户提供佣金折扣的话会被证券交易所除名。“五月事件”通过降低交易成本，增加交易量和参与度（导致

交易信息搜集能力的提升），大大提高了集体智慧。这可能是解释20世纪70年代中叶股市自相关明显下滑的唯一一个最重要的因素。

---

1. Niederhoffer (1997,chapter 15).
2. Niederhoffer and Zeckhauser (1983).
3. Leibowitz (2005).
4. See,for example,Zeckhauser and Niederhoffer (1983),Blume and Easley (1992),Luo (1995),Niederhoff er (1997),Hirshleifer and Luo (2001),Farmer (2002),and Kogan,Ross,Wang,and Westerfield (2006).
5. Bass (1985;2000).
6. Farmer and Lo (1999).
7. 在随后的一篇论文中，多因和他的合作者在一个更独特的模型中表明，市场无效消失的速度随着它的减少而减慢，因此，达到有效市场的典型时间可能比他首先提出的更长。See Cherkashin,Farmer,and Lloyd (2009) for details.
8. DeLong et al.(1991),Blume and Easley (1992),Waldman (1994),Luo (1995;1998;1999;2001;2003),Hirshleifer and Luo (2001),and Kogan,Ross,Wang,and Westerfi eld(2006).
9. Zweig (2015).

新投资范式

适应性市场假说仍处于起步阶段。然而，本章中的几个例子已经显示出其实际含义与现在的理论有多么的不同。事实上，新的投资范式正在出现。从适应性市场的角度，让我们重新考虑传统投资模式的5条原则：

原则1A：风险与回报权衡。在正常的市场条件下，在所有的金融投资中，风险与回报之间存在正相关关系。但是，当投资者群体以面临极端金融风险的个人为主导的情况时，他们就可以一致行动，采取不理性的行为，在这种情况下，风险将带来惩罚。这样的时期可以持续数月，或者在极端情况下持续数十年。

原则2A：阿尔法、贝塔和CAPM。CAPM和相关的线性因子模型在投资组合管理中是有用的，但它们依赖于几个关键的经济和统计假设，这在某些市场环境中可能是很差的近似值。了解市场参与者的环境和群体动态可能比任何单一因子模型更重要。

原则3A：投资组合优化和被动投资。投资组合优化工具只有在平稳性和理性的假设是对现实的良好近似时才有用。由于技术的进步，被动投资的概念正在发生变化，即使是被动指数基金，风险管理也应该处于更高的优先级。

原则4A：资产配置。资产类别之间的界限变得模糊，因为宏观因素和新的金融机构在以前的无关资产之间创造了联系性和传染性。通过资产配置来管理风险在今天不再像在大调整时期时那样有效。

原则5A：股票长线投资。股票在长期内取得了有吸引力的回报，但很少有投资者能够等待很长时间。在更现实的投资视野下，损失的可能

性显著增加，因此投资者需要更积极主动地管理风险。

之后我可能会写有关这些原则的书，敬请关注。随着我们进一步研究适应和选择对金融系统的许多不同影响，未来几年我们将会出版更多的学术和行业研究著作。

2007年8月的量化崩溃

早些时候，针对“你能打败市场吗”这个问题，我承诺有两个部分的答案。答案的第二部分也是更详细的部分，这是一个在2007年夏天短短几个星期内发生的值得警醒的故事。其实这有点像一个侦探故事。

2007年8月7日星期二，当我接听到一名之前学生的电话时，这个谜团开始了。这位学生现在某家对冲基金公司工作，他开始时表现得很平静，问我是否听说过正在对冲基金行业或者整体金融市场上发生的一些不寻常的事情。我告诉他没有，然后问为什么。他回答说市场上出现了一些奇怪的事情，他的对冲基金策略已经亏损了。我的回答是：“那又怎样？你是一个对冲基金经理，你肯定有亏钱的时候。”但他反驳道：“不，不，你不明白，我今天赔了很多钱。”我问：“多少钱算很多？”他很抱歉地说他不能随意谈论这件事，找了一些要去开会之类的借口，并迅速挂断了。

直到第二天，我都没有仔细思考这场对话。8月8日星期三，我接听到另外两名在不同对冲基金公司工作的前学生的电话。他们几乎以完全相同的话作为开始：“你听说过其他对冲基金有什么不同寻常的事情吗……”在第三次电话之后，我意识到在华尔街发生了一些重大的事情，这是发生在学术理论和对冲基金实战的视野之外的。

我知道，所有这三位学生都在对冲基金公司工作，涉及同样广泛的统计套利策略，或统计数据，用于短期高级定量算法和电脑交易平台，涉及数百只股票的多头和空头头寸。这些是在20世纪80年代摩根士丹利和大卫·肖使用过的策略（见第7章）。这似乎太巧合了。事实上，这三个人呼吁他们的前金融教授询问行业发生的情况，表明他们一定非常渴望得到信息！

财经记者后来称2007年8月发生的事情为“量化崩溃”。一些未知的金融现象在特定的一组对冲基金中带来了创纪录的损失，这些基金如此高度适应现有的环境，使得它们对冲击毫无准备。但这些对冲基金并没有交流。它们的保密文化使得它们几乎不可能发现发生了什么，而且因为对冲基金一度（并且现在仍然）在很大程度上是不受管制的，所以没有政府机构可以强迫它们透露发生了什么。

像预告了大地震的轻微震动一样，量化崩溃是金融危机的标志，虽然很少有人意识到这一点。对于大多数人来说，这些警告标志太少了，太晚了。我和我的博士生阿米尔·坎达尼（Amir Khandani）花了两年的时间进行研究，进行了几百个小时的计算机模拟，才想到一种可以解释2007年8月所发生事件的猜想。

诡辩的金融

由于对冲基金缺乏透明度，我们无法轻易从任何一个主要信息来源获取准确信息，就像经济史学家想要用它们重现股市崩溃一样难。与发明受到专利保护，从而用发明的完全披露换取20年的合法垄断的其他行业不同，对冲基金行业依赖交易保密来保护其知识产权。当然对冲基金不是唯一这样做的；可口可乐饮料配方和肯德基11种草药、香料的秘密混合配方是其他行业中知名的例子。但是，与所有好的侦探故事一样，这里可能存在足够的间接线索，以允许我们推断出可能发生的事情。

这里有一个重要的线索是，当年8月并不是所有的对冲基金都受到了同样的冲击。与我联系的那些学生之一，将他2007年8月的经历描述为与圣经中逾越节的故事类似，死亡天使选择性地带走了埃及家庭里第一个出生的孩子，但略过了以色列人的家园。对于统计套利和其他量化股票对冲基金来说，8月的第二个星期绝对是可怕的，而其他类型的对冲基金和投资组合在当月正常运行，几乎没有注意到发生了什么。

阿米尔·坎达尼刚刚从暑期实习岗位回到MIT，正在寻找论文题目。我建议我们尝试通过模拟一个简单的量化股权交易策略来获知在“量化崩溃”中发生了什么。[注]投资业务的一个常见做法是通过执行返回测试或纸面交易来评估一个特定的策略，就是使用历史价格计算执行策略所实现的交易利润和损失。例如，假设一个迷信的朋友告诉你，“黑色星期五”绝对不要买股票，这是不是一个好的建议呢？评估这个建议的一个方法是计算所有13日的星期五和星期一之间的收益，然后对所有非13日的星期五和星期一做同样的估计，并比较两个平均值。如果你的朋友是对的，你会发现两个平均值之间有很大的差异；如果没有，也许是因为你的朋友看了太多的恐怖片。

所以阿米尔和我决定计算一个典型的定量股权对冲基金可能会使用到的一个策略的回报，而且我们不需要太多努力就想出了一个策略。20年前，克雷格·麦金利和我开发了一个最普通的量化股权策略，以解释我们拒绝随机游走假说的方式。这是一个简单的策略：在任何一天，买入低于平均回报的股票，并且卖出相同的美元数量的股票，这些股票具有高于平均水平收益的特性，这里的平均水平以标准普尔500指数为基准。此外，这些仓位与股票偏离该指数的数量成正比，即偏差越大，在投资组合中的权重就越大。这是第7章提到的对冲基金的“配对交易”的策略，即同时购买杏仁计算机公司的股票并卖出蓝莓设备公司股票的加强版。自20世纪80年代初在摩根士丹利推出以来，配对交易策略已经进化出数百种不同的统计套利品种，每一次迭代所产生的战略越来越精细，就像是新物种辐射来填补未占用的生态空位。

这些策略的动机意味着均值反转：上涨的部分最终会下降，反之亦然。如果股票价格回归到平均水平，那么过去的“输家”应该升值，过去的“赢家”应该贬值。因此，买入输家和卖出赢家最终应该是有利可图的。

这听起来很直观，但是由于设计和应用策略所涉及的选择数量很多，因此它变得非常复杂。那么应该在这个策略中包含多少股票呢？目前，纽交所、美交所和纳斯达克证券交易所上市的股票超过6000只，如果包含外汇市场的交易，会有更多。所以应该在多大程度上决定赢家和输家呢？一星期？一个月？37个交易日？在重新计算权重和重新平衡投资组合之前，应该持续多长时间呢？平衡的频率越高，就越有可能选择定价错误的股票，并在它们向均值回归的时候赚取利润，但利润将被交易成本消耗，如经纪佣金、交易费用、空头借用费用等。或者坚持一段时间，像巴菲特一样，直到公司的真正价值得到市场的充分认识为止？

这几十项决策最终进入一个单一的量化股票投资策略，如果每个决策都只涉及几个可能的选择，那么可能的特殊配置的数量将很快变成天

文数字。例如，如果定量策略涉及20个不同的决策，并且每个决策只有三个可能的选择，则可以选择3486784401个可能的策略。如何选择呢？这就是为什么华尔街雇用了这么多的量化分析员，创建、管理并排除这些策略中的故障是接受过量化培训的专业人员的全职工作，如我之前的MIT学生。

阿米尔和我选择了一个特别简单的配置，用来实施简单的普通统计套利策略：在市值最大的1500只股票（标准普尔1500）中，根据前一天的收益，每天买入输家并卖出赢家，赢家和输家是以相对于昨天1500只股票的平均收益为基准确定的，并每天进行一次重新平衡投资组合。当我们模拟2007年8月这一策略的表现时，我们对结果感到震惊。

表8.3包含了从7月30日星期一到8月17日星期五这个策略的每日收益。模拟收益的第一个星期没有什么意义，其价值在–1.22%~1.77%。事实上，这一策略的统计属性意味着任何一天的回报率小于–4.00%的机会只有1/40左右，也就是大概每40天发生一次，第一个星期的回报都在这个范围之内。但是在8月7日星期二，这个1/40的事件显然发生了：策略损失了4.64%。那么在8月8日星期三呢，这个策略就更加失败了，收益率为–11.33%，这对这个策略来说几乎是不可能的。似乎投资之神惩罚了量化投资人，惩罚他们之前几十年的成功所带来的傲慢。在三天的时间里，这个简单的模拟策略摧毁了投资组合25%以上的价值。阿米尔和我终于明白了我之前的学生说“赔了很多钱”的意思。

表8.3 2007年7月30日至8月17日Khandani and Lo (2017)的均值回归策略的日度回报率

	日期	回报率
星期一	2007–7–30	1.77%
星期二	2007–7–31	1.46%
星期三	2007–8–1	0.43%
星期四	2007–8–2	–1.22%
星期五	2007–8–3	–0.10%
星期一	2007–8–6	2.01%
星期二	2007–8–7	–4.64%
星期三	2007–8–8	–11.33%
星期四	2007–8–9	–11.43%
星期五	2007–8–10	23.67%
星期一	2007–8–13	–3.05%
星期二	2007–8–14	0.33%
星期三	2007–8–15	–1.53%
星期四	2007–8–16	–3.24%
星期五	2007–8–17	1.53%

来源：Khandani and Lo（2017）

当时高盛集团首席财务官戴维·维尼亚（David Viniar）在这些事件被披露后很快接受了媒体的采访。他观察到，“我们看到的事情以每天25倍标准差移动，连续数天……一些其他的量化领域也出现了问题。但是没有像上星期我们所看到的那样严重”[注]。（“25倍标准差移动”是统计术语，旨在捕捉这种异常事件。数学上，这样的事件只能每1.3×10^{135}年才发生一次，其比目前估计的宇宙年龄137亿年还要长。）[注]

鉴于这些令人难以置信的事件和离谱的赔率，以及没有人知道为什么会发生这些损失——大多数统计套利的经理人只能做他们力所能及的事情。他们通过“减持”他们的投资来削减风险敞口。他们卖掉他们持有的股票，他们买回了他们做空的股票，把剩余的资金转为现金，以便逃离来自地狱的过山车。

仿佛是为了对这些伤害加上一个最后的羞辱一样，我们的模拟策略显示，在8月10日星期五这天，策略以复仇的方式反弹，产生了+23.67%的日回报！显然，在8月9日逃离了过山车是完全错误的事情，唯一的成功就是让很多统计套利基金经理错过恢复的机会，从而锁定了本月的损失。量化崩溃烧毁了这些来来往往的不幸的基金。而且就像它降临在量化基金时一样快，一场完美的金融风暴在2007年8月就已经结束。

8月10日这个戏剧性的反弹是阿米尔和我的“尤里卡[注]”时刻。它证实了我们直觉的正确性，即量化崩溃并不是由于该策略的失败或就像FDA（美国食品药品监督管理局）宣布统计套利导致了癌症一样。相反，证据表明流动性螺旋是金融体系中更严重问题的一个症状。这需要进一步解释。

---

1. Khandani and Lo (2007).
2. Lo and MacKinlay (1990).
3. Thal Larsen (2007).
4. Dowd,Cotter,Humphrey,and Woods (2011,table 2).
5. 尤里卡，指因找到某物，尤指问题的答案，而欢呼。——译者注

适应性市场和流动性螺旋

流动性是衡量你能够买入或者卖出一种资产有多容易的标准。苹果公司的股票是具有很高流动性的——人们可以点击鼠标按钮轻松地购买或出售它们。而房子不是那么有流动性，购买或出售房屋需要几个星期甚至几个月的时间，与任何房地产交易相关的费用是巨大的。那么流动性是如何产生的呢？想象一下，更多的人想要购买杏仁计算机公司的股票，而不是想要出售它的股票——会发生什么？基础经济学告诉我们，这时证券的价格应该上涨，直到需求最终等于供给并且市场达到平衡。

但在实践中会发生什么呢？毕竟，谁在知道需求上升会增加价值时还会卖出股票？传统上，诸如纽约证券交易所或美国证券交易所的经纪商和纳斯达克的交易商等指定的做市商都发挥了这一作用，在需求过剩时提供供给，当供应过剩时提供需求。换句话说，当你想要买的时候，传统的做市商会卖掉；当你想要卖的时候，他们会买。他们这样做是能得到回报的。交易所允许做市商收取两个不同的价格，一个用于从我们那里购买（买入价格），另一个卖给我们（卖出价格）。所以每一次交易都在买低卖高，我们做的恰恰相反。我们给予他们激励来做我们交易的对手，即为我们提供流动性。这就是为什么他们被称为做市商——他们使市场处于一种实际意义上的平衡，卖价和买价的费用是他们这样做的基础。

事实证明，逆向交易策略也为市场提供流动性。根据定义，输家是相对于市场表现不佳的股票，意味着供给过剩。这个股票的卖家比买家更多，这就是为什么价格最终会下跌。另一方面，获胜者意味着需求过剩。当逆向投资者购买输家并卖出赢家时，他们增加了输家的需求，增加了获胜者的供给。逆向策略就像传统的做市商一样，稳定供需失衡。

在持续的清仓中，做市商在价格随流动性变化时因为进行反向交易而亏损。同样，逆向策略在面临大规模清仓时，将会蒙受损失。如果清仓不受任何特定的消息动机，如恐怖事件或金融危机的影响，那在完全清仓之后，价格应该会还原到以前的水平。换句话说，应该有一个反弹，就像量化崩溃中的星期五一样。

通过这些模拟结果，我和阿米尔将以下假设相结合。8月7日星期二至8月9日星期四，我们的模拟投资组合的巨大损失意味着在此期间至少有一个大型统计套利投资组合被很快清盘。这对我们的模拟投资组合有很大的影响：必须很大，这样才能对我们的模拟造成巨大的冲击；必须很快速，这样才能只持续到星期四。这最有可能是受到巨大胁迫下的强制清仓，也许是一家大型商业银行，需要快速筹集现金，以应对其失去的抵押贷款和信贷相关头寸的保证金要求（回想一下，2007年夏天是次贷抵押贷款和抵押贷款相关证券开始下跌的时候）。

这个猜测的原因是，即使在星期二损失惨重，我们的模拟战略在星期三继续亏损更多。只有绝望才能让一名统计套利经理在面临巨大损失的情况下继续减仓。大多数股票和债券市场指数在星期二和星期三都没有什么特别的异动，这表明，清仓的投资组合实际上是市场中性的，就像大部分统计套利组合那样（如果投资组合是净多的话，那么大而快的清仓应该对多头股权指数产生下行压力）。截至星期四，清仓的影响已经扩大到其他具有类似策略和仓位的基金，造成了更广泛的损失，并同时传染了统计套利基金和传统的多头投资基金额外的清仓，因为他们感觉到了量化崩溃的影响。

星期五的强劲逆转可能是由几个因素造成的。触发这一传染性的投资组合清仓可能已经完成，从而消除了这一来源的卖出压力。此外，即使这种传染性造成额外的卖出压力，到星期五的累积损失已经推动股价到远远不符合公平的市场价值，一些无畏的投资者决定利用这些暂时的错误定价。于是他们于星期五入场，买入了超卖的股票并卖出超买的股

票，从而扭转了统计套利所产生的损失。最后，在星期四晚上，由于隔夜银行同业拆借市场暂时崩溃，全球央行一致行动，向全球银行体系注入了数十亿美元。这种干预措施可能会缓解最大的几个银行的清仓压力，也缓解了统计套利的投资组合的压力。

阿米尔和我把这个故事称为“逆操作假说”，这个解释意味着给量化对冲基金行业同时带来了好消息和坏消息。好消息是，量化基金在2007年8月6日之后的一星期内突然变得显眼，并不是因为任何具体的量化策略崩溃，更可能是由于一个大型的量化股权中性投资组合的突然清仓。

坏消息是，这些损失意味着对冲基金部门的系统性风险越来越大（不要与系统性风险混淆）。量化股票中性管理人员正在构建非常相似的投资组合。完全不同的秘密专有方法已经生成了许多常见的组合，因为它们已经适应于相同的环境。这反过来降低了这些组件的有效流动性，每个人都不可能同时逆转自己的头寸。在金融领域上，这是一个“拥挤的交易”，就像是一家拥挤的剧院由于出口太少而引发了危险。

1998年和2007年

使这个拥挤的交易如此令人震惊的原因是，它似乎没有源头，却影响了由证券交易所交易主要产品构成的投资组合——这些股票是相当普通的，但通常是很容易交易的股票。我们知道许多大型金融机构正在受到与金融危机有关的损失，但这些损失主要是在债券和其他信贷相关工具领域。这与统计套利有什么关系呢？

为了回答这个问题，阿米尔和我再次对均值回归策略进行了一次模拟，这次使用了1998年8月全球金融体系遇到类似信贷危机的数据。回顾下第7章，1998年8月17日俄罗斯政府债券违约，引发了全球的安全威胁，导致信贷利差大幅扩大，就像2007年8月一样。这些市场行为对LTCM以及许多其他固定收益套利对冲基金和从事类似策略的大型商业银行造成了巨大损失。为了应对这些损失，这些机构开始逆转投资组合以降低风险，却造成了进一步的损失，并引发危机，需要纽约联邦储备银行进入并组织救助。这听起来很熟悉吧？

但是，当我们考察了1998年8月和9月的关键日期，均值回归策略的模拟回报时，我们惊讶地发现信贷危机对我们的策略没有明显的影响（见表8.4）。8月17日俄罗斯违约时策略收益为0.96%。8月21日，当LTCM报告一天亏损5.5亿美元时，该策略盈利了1.04%。9月3日，LTCM向投资者发出首封信函，通知他们亏损，该策略盈利了1.41%；9月24日，公布了有关LTCM救助的消息后，该策略盈利了1.21%。与2007年8月相比，1998年8月和9月似乎是一个绝佳的统计套利环境，尽管事实上，在这两个时期，与信贷违约相关的固定收益损失导致了金融体系的巨大问题，甚至需要中央银行进行干预。为什么会出现如此不同的情况呢？

让我们用适应性市场假说进行解释。首先，统计套利在1998年同2007年相比并不受欢迎。我们在研究中使用的对冲基金数据库TASS在1998年7月报告了19只统计套利基金，而2007年7月为82只，管理资产从1998年年初的30亿美元增长到2007年年初的190亿美元（这些数字不包括那些选择不向TASS汇报的杠杆或资金，其中包括德劭基金、文艺复兴科技公司以及其他一些非常成功和保密的统计套利基金）。因此，1998年的统计套利交易并不像2007年那样拥挤。

其次，1998年几乎没有商业银行参与统计套利，但德劭基金、文艺复兴科技公司以及其他统计套利基金管理人的较低风险且高回报的表现，以及在21世纪初期收益下降的环境中对高收益资产需求的不断增长，令这些银行开始感兴趣。到2007年，所有主要银行都在运行自己的统计套利，这意味着其持有的次级抵押贷款损失足够严重时，可能迫使它们变卖其统计套利投资组合以筹集现金。正如我们的模拟显示的那样，固定收益信贷市场和统计套利策略之间的这种联系在1998年不存在，但在2007年显然存在。

表8.4 1998年8月17日至9月25日Khandani and Lo (2017)的均值回归策略的日度回报率

天	日期	回报率	天	日期	回报率
星期一	1998–8–17	0.96%	星期二	1998–9–8	2.08%
星期二	1998–8–18	0.87%	星期三	1998–9–9	2.42%
星期三	1998–8–19	0.63%	星期四	1998–9–10	0.29%
星期四	1998–8–20	0.46%	星期五	1998–9–11	1.24%
星期五	1998–8–21	1.04%	星期一	1998–9–14	0.33%
星期一	1998–8–24	0.90%	星期二	1998–9–15	0.14%
星期二	1998–8–25	0.36%	星期三	1998–9–16	1.01%
星期三	1998–8–26	0.61%	星期四	1998–9–17	0.79%
星期四	1998–8–27	–0.78%	星期五	1998–9–18	1.07%
星期五	1998–8–28	0.39%	星期一	1998–9–21	0.19%
星期一	1998–8–31	–1.62%	星期二	1998–9–22	0.42%
星期二	1998–9–1	6.59%	星期三	1998–9–23	–0.71%
星期三	1998–9–2	0.63%	星期四	1998–9–24	1.21%
星期四	1998–9–3	1.41%	星期五	1998–9–25	0.61%
星期五	1998–9–4	0.26%			

来源：Khandani and Lo（2017）

最后，连接抵押贷款危机和统计套利的另一个渠道是对冲基金的基金（广泛投资于其他对冲基金的投资组合）以及多策略基金（使用许多不同类型策略的基金）的日益普及。虽然这种基金在1998年存在，但数量较少，规模更小。不过，到2007年的时候，它们已成为对冲基金生态系统中更大的组成部分。例如，在1998年年初，Lipper/TASS（原TASS）报告了587只基金中的基金和88只多策略基金；2007年年初，Lipper/TASS报告4134只基金中的基金和916只多策略基金。注与商业银行一样，这些基金无意中通过同时投资两个市场，在固定收益信贷市场

和统计套利组合之间建立了联系。

这些差异突出了投资者、对冲基金经理和金融市场适应不断变化的环境的重要方式，这些方式有时会创造新的漏洞。如适应性市场假说所预测的那样，某些物种可以并且打败市场，但这并不容易。竞争、创新和金融选择——换句话说，“最富有的生存”——意味着当环境变化时，在今天可盈利的对冲基金可能是明年的化石。通过这个过程，不能保证市场变得越来越有效。追求更大利润和更低风险的驱动力播下了比1998年LTCM的失败更大的危机种子。2007年的金融生态系统与1998年的生态系统相差甚远，而且，“量化崩溃”也是体制转换的第一个警示。

我需要在这里添加免责声明：所有关于量化崩溃的推论都是间接的和暂时的。阿米尔和我对于2007年8月发生的许多对冲基金的运作情况没有任何内在的了解，也没有任何专有的经纪记录或交易历史。所以，请谨慎对待并正常地怀疑这些叙述。然而，逆操作假设与在危机期间和之后向公众公开的流言、报告和账户是一致的。一个明显的例子是由鲍勃·利特曼（Bob Litterman）提供的关于量化崩溃的公开演讲，他那时在高盛的风险委员会。[注]2007年8月事件的各种参与者看过我们的模拟，他们没有说我们做错了。从科学的角度来看，自从我们提出这个观点以来的几年里，没有人提出过更好的假设。截至撰写本书的时候，逆操作假说仍然是2007年8月和量化崩溃事件的主要解释。

这个单一事件给我们提供了一个更丰富的金融市场进化和适应的描述，确实存在集体智慧，但也有暴民的疯狂。在2007年时我们基本不知道，这种疯狂是金融体系更大冲击的一次热身，而这个冲击几乎使金融体系陷入瘫痪。

---

1. Getmansky,Lee,and Lo (2015).

2. https://www.youtube.com/watch?v=oIKbWTdKfHs.

第9章 恐惧、贪婪和金融危机

生态系统生态学

只有能对2008年金融危机的解释产生一些帮助的金融市场新理论才应该被重视，这也就包括了适应性市场假说。事实上，在危机之前，适应性市场假说并没有现在看上去那么实际。艾伦·格林斯潘对开明利己主义的失败感到“难以置信”，强调了有效市场假说无法解释危机，更不用说启发我们如何避免未来的危机。毕竟，近乎崩溃的全球金融体系看起来几乎一点都不理性或者说有效。另一方面，行为视角并不能完全解释金融危机之前的长期经济增长，这似乎是因为高度有效的金融市场和看似理性的金融创新才成为可能。与其翻来覆去地重复各种各样围绕危机的论据和立场，本章将更着重讨论适应性市场假说如何解释金融危机的起源和性质。

首先，金融体系不是物理或机械的系统，而是生态系统——一个相互依赖的物种组成的集合，所有人都在不断变化的环境中为生存和繁殖而奋斗。如果我们假装是一个生态学家，担负着研究一个新的生态系统的使命，研究它的关键弱点，并提出保护它的政策，我们应该如何开始呢？

一个典型的生态学家可能会先盘点植物群和动物群，确定系统中最重要的能量和营养，并研究它们如何在系统中流动。一旦了解了生态系统的基本动力，生态学家就可以开始探索最坏的情况，并开发预测和预防的方法。在整个过程中，生态学家需要了解生态系统中关键物种的具体行为。如果濒危的物种恰恰是独享领土而又富于竞争性的，每个领头雄性需要100平方米的林地供其成功交配，物种数量将受到生态系统林地总面积的限制。该因素必须纳入物种保护政策中。例如，相对应，其中一项政策建议是限制开发商砍伐森林的数量，以确保濒危物种在每个交配季节能够成功哺育足够数量的后代。

在这个例子中，成功的关键无疑是对关键行为进行精确建模。例如，如果生态学家错误地预测了领头雄性只需要10平方米的森林用于繁殖，那么基于这个错误理论的政策可能是灾难性的。因此，测量行为必须仔细而准确，并且测量是建立在动物的自然栖息地中，而不是在实验室里或理论上。然后，所有关键物种的所有这些行为都必须整合在一起，作为一个系统，在经历外部冲击以及内部压力的环境中加以考虑。

现在想象一下，我们作为生态学家开始着眼于研究金融生态系统，你将开始看到通过适应性市场假说的视角来改变你对待金融危机研究的方式，而不是把注意力集中在危机的直接原因上——次级抵押贷款、资本金不足的银行、证券化和流动性挤兑——一个生态学家会调查行为、环境，以及两者如何随着时间相互作用。

我们并没有完整搜集导致危机的环境的所有事实，也没有系统地记录实际生态系统中的许多“物种”的具体行为，包括银行、对冲基金、保险公司、监管机构、立法者和投资者。我们只有关于他们应该如何在理想环境中表现的经济理论，而不是生态学家对这些关键利益相关者的自然习性所做的观察研究。一旦掌握了有关的动物行为和环境条件，我们就可以开始对危机进行故事。而这只是最有说服力的故事，就像在第4章中救了阿伦·李·罗斯顿一命的故事，能够让我们接受当下的痛苦，以避免未来可能的更大痛苦。所以让我们从一些基本的事实开始。

金融危机101

在20世纪90年代，除了传统的商业银行，一些金融机构通过直接向房主发放抵押贷款来参与房地产市场。这些抵押贷款经纪人将他们发起的贷款出售给二级（转售）市场，买方是由政府赞助的企业，如房利美和房地美，或投资银行，它们利用抵押贷款作为原材料，创造了新的金融产品，如资产支持证券和债务抵押债券。

这种生态变化不是在政治或文化真空中发生的。不同政见党派的政客们鼓励各种不同的购房者进行抵押贷款，其中许多人从未考虑过买房。“居者有其屋”成为更多人的新美国梦的一部分。放贷者也如法炮制，许多人受到一些被政客鼓吹的所谓的“拥有（房产）社会”的鼓励，甚至放宽了贷款标准。

在这段时间里，大量的金融进化以思考的速度进行着。新的抵押贷款类型有一种适应性辐射：可调整利率抵押贷款、“任意选择付款额”抵押贷款，甚至臭名昭著的“忍者”贷款［NINJA，“没有收入、没有工作、没有资产”（No Income,No Job,No Assets）的英文首字母缩写］，由自动贷款审查程序评估和批准。与此同时，投资银行发行了债务抵押债券，使大量的抵押贷款被打包成各种新的证券，并在评级机构的保驾护航下出售。最终，信贷违约交换市场出现，为一些新的债务提供保险，鼓励更多的投资者参与市场。

这一过程扩大了抵押贷款生态系统的规模和范围。1996年，美国发行了4800亿美元的抵押贷款相关证券，包括抵押支持债券和抵押担保债券。仅仅在7年后的2003年，这个数字就超过了3万亿美元。无论以任何标准来说，这都是一个令人难以置信的增长速度。在2006年房地产市场的高峰期，一位俄罗斯移民向经济学家保罗·克鲁格曼（Paul Krugman）

请教："这里看起来很富有，但我从来没见过有人制造什么。应该怎样在这个国家赚钱呢？"克鲁格曼的回应是："如今，美国人依靠互相出售房子赚钱，用从中国人那里借来的钱支付。"[注]我们在将以前从未参与此类投资的大型投资者引入抵押贷款市场方面取得了巨大成功：养老基金、共同基金、主权财富基金、捐赠基金和对冲基金。

这不是偶然的。所有这些资金都是通过大量抵押贷款经纪人来投资的，这些经纪人有动力开发新的抵押贷款。在相当短的一段时间内，大量资金流入美国住宅房地产，引发了房地产业的巨大繁荣，为所有新获得贷款资格的购房者建造了住房。美国人买了这么多房子，以至美国住宅房地产的均价在1996年7月至2006年6月间几乎翻了一番。[注]这是金融食物链的一个重大变化。

当然，放贷人并不是出于善良而借出这笔钱。贷款应该是有利息偿还的。在这个10年的早期，利率很低，大多数房主可以很容易地偿还抵押贷款。即使他们不能，他们也可以重新融资，利用房价上涨和利率下降的优势。直到2004年的利率开始攀升，情况发生了变化。2004年6月到2006年6月期间，美联储17次提高利率，贴现率从2%上升到6.25%。银行和其他抵押贷款机构也照葫芦画瓢。房价在2006年6月达到顶峰，随后开始下跌。上涨的利率和下跌的房价导致了大量的房主最终违约，其中许多人拥有可调整利率的抵押贷款。一旦他们违约，支持各种抵押贷款证券的资金流就停止了。

这次现金流中断是一场灾难，相当于整个抵押贷款行业的生态崩溃。让我们跟随倒下的多米诺骨牌来看看发生了什么。首先，承担风险的抵押贷款机构破产了。它们的抵押贷款已经被纳入抵押支持债券和抵押担保债券，被世界各地的大型投资组合持有。这些证券评级被下调。它们不仅失去了它们的价值，而且变得非常难以销售，它们的流动性不足使得它们很难评估。这些证券曾被认为是固定收入的香饽饽，现在却成了所谓的"有毒资产"。

那些通过信用违约互换为这些证券提供保险的公司现在发现自己不得不赔偿违约。但由于信用违约互换合同并不像保险合同一样受监管，保险公司如Ambac（美国市政债券保险公司）、MBIA（市政债券担保联合公司）和AIG（美国国际集团）不需要保持足够的资本来支撑潜在的索赔。于是那些保险公司开始倒闭了。没有了保险的保护，那些以高负债比率购买这些证券的大型投资银行现在看到它们的杠杆比率上升到无穷大，它们也开始破产了。银行间拆借系统开始冻结，银行发现彼此拆借越来越难，因为没有人确切知道下一家交易方是否仍有偿付能力。

2008年9月15日雷曼兄弟宣布破产后，这家拥有158年悠久历史的投资银行发行的债券几乎一文不值。第二天，储备基金（一个拥有650亿美元资产的货币市场基金）宣布，他们正在“打破平衡”——他们本应价值1美元的基金，现在价值97美分。许多客户把货币市场基金视为银行的支票账户，如果你的银行告诉你，你的支票账户中的资产一夜之间就贬值了3%，你会怎么办？不同的是，联邦存款保险公司可以保护你支票账户里100000美元的资产，而货币市场基金当时并没有这种保障（现在有了）。

截至星期四，2008年9月18日，美联储主席本·伯南克（Ben Bernanke）告诉立法者，如果不立即采取行动，“到星期一经济就完全崩溃了”[注]。证据表明他一点没错。

今天，美国的房价已在一定程度上恢复，大约回到20世纪90年代之前的平均价格和2006年房地产泡沫的高峰价格中间的水平。[注]但在过渡期发生的情况是史无前例的。除了少数对冲基金之外，每类金融机构在房价开始下跌、抵押贷款违约率上升时都赔了钱，有些机构也灾难性地倒闭了。在这个过程中，全球经济几近崩溃，在未来的几年中我们的经济可能仍会感觉到之前留下的后遗症。

那么借来的钱去哪儿了呢？在2006年抵押贷款市场的高峰期，有11

万亿美元未偿还的抵押贷款。许多房主最终在市场上涨时通过房产提现，重新抵押贷款，因为房屋升值通常有利于房主卖出高价钱。这就是所谓的产权再融资提现，这是一个相对简单的金融过程。从1991年开始，美国房主利用他们的房产提取了大约6.5万亿美元。注而他们的钱是被怎么处理的呢？显然，房主把钱花在偿还旧债、购买新车和其他个人用途上——也许是一个愉快的假期，为什么不呢？这是自助餐式的产权变现。通过不断上涨的房价和一个高效的再融资市场的推动，美国“痛饮”到深夜，而金融危机是痛苦的“宿醉”。

谁从这种过度繁荣中获益呢？简单的回答是：每个人。至少在房价上涨和利率下降的时候。从房地产热潮中受益的金融生态系统的特定群体：中央银行家、商业银行、信用评级机构、经济学家、政府赞助企业、对冲基金、房主、保险公司、投资银行、投资者、货币市场基金、抵押贷款人、经纪人、服务商和受托人、共同基金、监管方和政客。每个人都有一个动机来维持泡沫的增长，因为每个人的生活水平都随着这热潮水涨船高。然而正如沃伦·巴菲特所警告的，只有退潮时，你才会发现谁在裸泳。显然，大量的裸泳一直在进行。

---

1. Krugman (2005).
2. 凯斯–席勒（Case–Shiller）房价指数从1996年7月的113.73涨到了2006年6月的194.63。See http://www.econ.yale.edu/~shiller/data/Fig3–1.xls.
3. Sorkin et al.(2008).
4. 2015年6月凯斯–席勒房价指数为155.87，详见http://www.econ.yale.edu/~shiller/data/Fig3–1.xls。
5. Greenspan and Kennedy (2005),Greenspan and Kennedy (2008).

如《罗生门》㊟一样清晰

鉴于这些事实，彻底了解金融危机是一个持续的挑战。毕竟，经济学家和决策者仍在为80多年前大萧条的一些情况而争论不休。对2008年事件的一个表述是，危机是由数以百万计的购房者轻率鲁莽的行动带来的。另一个原因是，它是掠夺性放贷，加上一小撮富有且恶毒的银行家密谋反对华尔街与普通大众的对抗。一些人指责一些具体的金融创新，而另一些人则指责整个金融业的文化。对于像全球金融体系几近崩溃这样严重的事情，我们现在已经有了一个明确的故事。

当我被邀请在2011年度《经济文献杂志》（*Journal of Economic Literature*）上对我最喜欢的一两本关于金融危机的书写一个书评时，我想选择一本书来评论是很容易的事情。但是每当我读完一本书时，我都会因为所读内容的不全面或不一致而感到不得不再读一本书。近一年后，非常耐心的编辑终于逼迫我交稿，最后我提交的书评评价了21本书。㊟我们不缺各式各样的文章、政府报告、政策简报、讲座、作品和看似解释危机的书籍，也能建议通过施加更严格的监管，将某些人关进监狱、取缔某种商业活动和金融机构来解决问题。但是，如果你要去寻找危机背后的机制、缘由，以及预防措施，你将会非常失望。这正是我写评论时一直在寻找的东西。如今我依旧在寻找。

这让我想起了黑泽明（Akira Kurosawa）1950年的电影《罗生门》。在这个令人难忘的故事中，一个武士的谋杀案和他妻子被强奸的事被4个人用矛盾的方式描述出来，这4个人是：一个承认犯罪的强盗、妻子、死去的武士（通过灵媒）、一个目击事件的樵夫。尽管不同的叙事者提供了一组相对清晰的事实——一个女人失去了名誉和她丈夫死亡——但对这些事实的解释没有任何的明确之处。在最后，我们留下了几个相互矛盾的叙述，没有一个完全满足我们救赎罪恶并结束争议的心理

需要。

虽然《罗生门》获得1952年奥斯卡金像奖最佳外语片，但是它没有在美国取得商业上的成功。这不奇怪，大多数的观众不想在看完88分钟的生动故事之后仍然不知道事情是谁做的，此人又为什么这么做。有力的故事不一定是很受欢迎的。然而，在60年后，在我们筛选了自大萧条以来最严重的金融危机的残骸后，黑泽明“多重真相”的想法却变得如此的有意义。只有通过搜集一系列不同且常常相互矛盾的故事，我们才能对危机有一个更全面的了解。

就像《罗生门》中的人物一样，我们必须认识到，复杂的真相往往是旁观者清的。这是人类认知的一个简单事实：我们通过进化来创造故事，以满足我们的特殊需要和欲望（我们之前提到过左脑负责故事的能力）。人们不应该从这个事实推断相对论是正确的或可取的。并非所有的真理都同样有效。然而，一个人所采用的特殊叙事方式，可能会使随后的调查和辩论过程变色或对其产生影响。随着时间的推移，我们应该努力对同一组客观事实做出尽可能多的解释，对危机有一个更加微妙的和内部一致的理解。有些故事是错误的、不正确的或故意不真实的。在事实可以得到证实或驳斥的情况下，我们应该迅速和无情地去证实或驳斥。下面是两个流行的故事的例子，它们可能不像听起来那么准确。

---

1. 《罗生门》，是日本著名导演黑泽明的电影。电影通过多人对此事件的不同描述表达了“人言不尽可信”的内涵。——译者注

2. Lo (2012b).

风险共担不足吗

关于金融危机的一个流行说法指责华尔街的“奖金文化”造成了过度冒险的风气。许多公众感到愤怒的是，金融业的高管们把世界带到了濒临金融崩溃的边缘却获得了丰厚的奖金。如果救助的钱马上落入那些冒险决策造成危机的人们的腰包，美国政府为什么要救助银行呢？目前，许多人认为，华尔街的金融危机促成了“收益私有化而损失社会化”，但头脑冷静的人认为，高管们自然会对导致他们承担不当风险的金融激励做出反应。

这是一个令人信服的故事，但这是真的吗？华尔街的CEO是否让他们的伏隔核战胜了他们的杏仁核，让他们的贪婪压倒了他们的恐惧？为了让这种故事更有说服力，我们需要更多地了解高层管理人员是如何得到补偿的。

美国的高管薪酬几十年来一直在上涨。华尔街采取了这种普遍的行业做法，因为薪酬对利润更加敏感。一家典型的华尔街公司的专业雇员根据他们对公司的赢利能力给予低底薪（“可怜的薪水”）和额外的奖金。正是那些券商——那些既充当经纪人代表客户进行交易，又作为自营商进行交易的金融公司，因极高的奖金而臭名昭著。例如，在2006年，贝尔斯登公司的传奇CEO吉米·凯恩（Jimmy Cayne）获得了25万美元的基本工资：虽然相当可观，但并不比美国家庭医生的平均工资高许多。然而，在2006年，凯恩还获得了3400万美元的奖金，包括1700万美元的现金、1500万美元的限售股票，以及200万美元的期权。2006年对凯恩个人和贝尔斯登公司来说都是非常完美的一年。

这个例子中的因果似乎是相当一目了然的。然而，在南加利福尼亚大学马歇尔商学院的金融经济学家凯文·墨菲（Kevin Murphy）对高管

薪酬数据做更为细致的研究时，他发现了一些令人惊讶的事实。[注]标准普尔500指数中传统银行的前5名高管（不包括券商）的薪酬并不显著超过标准普尔500指数中工业公司前5名高管。如果传统银行的高管们选择了特殊风险，他们的行为不会得到额外收益。

那么券商呢？墨菲发现，2005年，标准普尔500指数券商中前5名管理团队持有超过10亿美元的股份，是标准普尔500指数中工业公司高管持股中值的10倍。这代表了这些高管对于所持公司的财务健康有巨大和直接的切身利益，可以说是大量的“风险共担”。为了增加这些高管的冒险倾向，冒险行为的潜在收益必须是工业企业的10倍以上，但这几乎是不可能的。

高管奖金也以期权的形式发放，这会增加其对冒险的积极性。当股票价格超过了行使价格，期权奖金的价值就会增加——产生锁定的利润——但期权价格只有在股票价格低于行权价时才会降到零——这一最低值。这种不对称的支付结构意味着股票期权的执行者有动机增加股票价格的波动性，因为这将导致期权价值的增加。墨菲发现，因为波动性增加，券商通过期权获得的收益增加比其他公司的经理人要高得多——每百分点波动增加带来130万美元；而工业企业的每一个百分点波动增加带来40万美元——但作为补偿总额的一部分，仍然比其他公司的比例要小很多。

墨菲得出的结论是，在华尔街的高层，没有证据表明银行高管会冒额外的风险，甚至连那些雄心勃勃的券商也没有。与非金融公司高管相比，这些公司的高管获得了对应比例的奖金；财务激励同标准普尔500指数中的其他高管没有区别。我们可以回顾贝尔斯登公司CEO吉米·凯恩的例子，来看看这是如何在实践中发挥作用的。当贝尔斯登公司在2008年3月倒闭时，凯恩在2006年的股票奖金价值跌至原来价值的6%，而他2006年的期权奖金到期了，变得一文不值。这正是华尔街奖金文化的目的。

然而，墨菲的结论有一个重要的局限性。他的研究结果只适用于顶级的银行高管——这并不能解释其他员工的收入。低收入阶层的员工在冒险时可能的损失也少得多。对高净值个人的财务处罚可能对那些没有多少财富或股份的公司员工来说并不重要。金融企业的底层员工是否在追求潜在利润时冒着过高的风险？正如我们从流氓交易员那里看到的，华尔街奖金文化不足以阻止底层员工过度冒险，这需要其他形式的监督和风险管理。这可能是一个反直觉的论述，但需要进一步的证据来证明或反驳。

尽管它并不准确，以上关于华尔街奖金文化的故事却很难从人们的头脑中被推翻，这恰恰是因为它符合人们对于世界如何运作的理解模式。我们倾向于相信偏见。如果我们相信华尔街的商人都是骗子，那么有关华尔街奖金文化的故事不仅证实了这一点，而且还强化了它。更微妙的是，如果我们相信“人们会对激励做出反应”这一经济学基本原理，我们会满意这个解释证实了这一直觉，而不去深究细节，以检查我们的理解应用是否正确。

还有其他一些我们倾向于相信的虚假故事。我们重视专家的意见和证词，并信任专家，认可他们理论的正确性。由于时间和资源有限，我们通常不能检查每一条数据，因此我们“迷信权威”，将其作为捷径。简言之，我们在文化上，而且可能在进化上，逐渐适应去相信权威的故事。不幸的是，这种轻信有时会使我们误入歧途。

---

1. Murphy (2012).

监管者在开车时睡着了吗

权威专家的故事错了会发生什么呢？这与SEC的规则15c3–1（有时称为净资本规则）以及它在金融危机中宣称的作用有关。通过这个相当复杂和晦涩的规则，SEC对券商施加资本金要求，以确保他们持有足够的流动资产，以满足其客户的日常现金提款需求，就像银行必须在其金库中保存以满足储户每日提款的现金。因此，这条规则间接地控制了券商所使用的杠杆量，我们已经在前面看到杠杆对金融危机的影响。

2004年6月21日，这条规则被修改了。一群最大的券商自愿接受SEC的额外监管和监督，它们被允许使用另一种方法来计算他们的净资本要求。为什么SEC会做出这样的改变？理由是美国大型投资银行在欧洲处于竞争劣势，因为它们未能满足某些欧洲监管要求。通过建立针对美联储监管措施创设的控股公司，美曰其名“联合受监管实体”（CSE），这些券商将与欧洲同类公司平起平坐。从2005年1月1日开始，美林证券成为第一个志愿者，接着是高盛；然后在2006年是贝尔斯登、雷曼兄弟和摩根士丹利[注]，我们很快就会看到，这个年代顺序对于我们理解整个故事非常重要。

通常情况下，这条规则的变化将是监管历史中的沧海一粟。然而，在2008年8月8日，在雷曼兄弟破产前紧张的一个月，前SEC交易和市场司司长李·皮卡德（Lee Pickard）向《美国银行家》（*American Banker*）发表了一篇令人震惊的文章：SEC在2004年的规则变化允许券商大幅增加其杠杆率，从而为金融危机创造了条件。[注]这是危机观察家一直在寻找的确凿证据。

皮卡德声称，在规则改变之前，“券商的债务规模被限制不得超过净资本的12倍。由于各种原因，券商有着明显较低的杠杆比率”。在监

管改革之后，像贝尔斯登（在3月倒闭）这样的券商可能会使用复杂的数学模型来计算他们的资本要求，SEC显然无法搞清楚。据皮卡德称：

这种新方法需要SEC动用大量资源进行复杂的监督，显然这并不可行……然而，如果贝尔斯登和其他大型券商都受到这样的监管的话……按照传统标准，它们必须大幅增加资本金才能提高负债率。贝尔斯登和其他大型券商的损失不是由“谣言”或“信用危机”引起的，而是由于资本不足和缺乏债务约束造成的。(注)

简言之，皮卡德辩称，SEC在2004年的规则变化带来了贝尔斯登的破产。

皮卡德的故事是非常可信的，他的资历是无懈可击的：他曾帮助制定1975年最初的15c3–1规则。他在1835年成立的银行业中主要商业刊物之一——《美国银行家》杂志上发表过自己的主张。最重要的是，雷曼兄弟倒台后，皮卡德与许多其他政府官员不同，愿意接受记者采访。2008年9月18日，《纽约太阳报》（*New York Sun*）的朱莉·萨托（Julie Satow）援引皮卡德的话说，“他们构建了一个根本行不通的机制。事物的好坏需经实践证明——5个经纪经销商中的3个已经倒下了……SEC在2004年的规则修改是造成所有损失的主要原因”(注)。

然而这种故事根本不是真的。2009年4月9日，SEC交易和市场司司长埃里克·西里（Erik Sirri）在华盛顿的全国经济学家俱乐部发表演讲时，皮卡德曾一度持有同样的立场，试图引起共鸣。(注)西里坚定地说：“首先，最重要的是，证监会在2004年没有撤销任何杠杆率限制。”事实证明，自1997年以来，商业银行就已经建立了计算净资本需求的替代数学方法，自1998年起，场外衍生品券商也采用了这样的方法。监管的改变实际上提高了大型券商从25万美元到50亿美元的有效最低资本金要求。最重要的是，12∶1的比率限制也没有实际达到，即使实际达到上限，也不会适用于这些大型券商。事实上，实际的规则要求

这些公司保持资本金的最低水平等于其客户债务产品的2%。

虽然西里的话不是SEC政策的正式声明，但交易和市场司副司长迈克尔·马基亚罗利（Michael Macchiaroli）在2009年7月17日向美国政府问责办公室提交的一封信中证实了他们的情况。美国政府问责办公室在该月晚些时候向国会发表关于金融市场监管的报告时，㊟分析了据称受监管变化影响的大型券商的年度报告，他们没有看到杠杆的峰值。杠杆率一直高于神话中的12∶1。皮卡德第一次提到贝尔斯登公司的33∶1的比率导致其崩溃，但高盛、美林和摩根士丹利在2004年监管改革之前的债务比率超过了30∶1。从美国政府问责办公室报告转载中可以证实这一点（见图9.1）。㊟

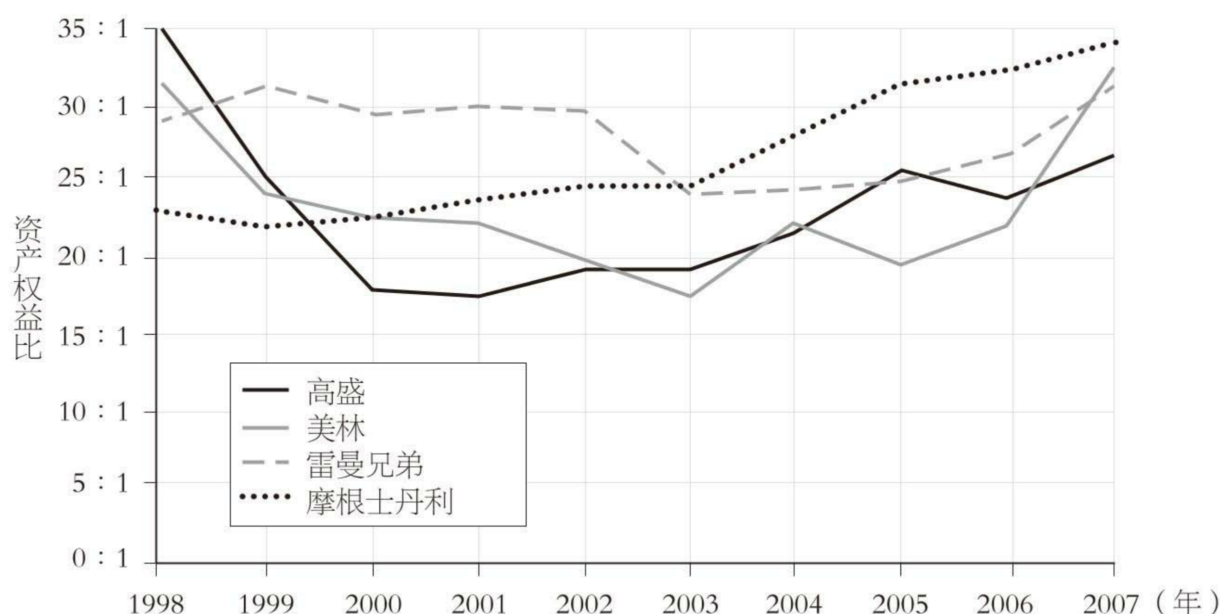


图9.1 1998—2007年4家券商控股公司资产权益比

来源：GAO（2009,GAO-09-379）

更令人惊讶的是，这些数字并不是只有少数特权人士才能访问的机密信息，它们很容易从公司年报和SEC文件中计算出来。

这个错误的故事通过媒体传播，2008年10月3日，跟随史蒂芬·兰伯

顿（Stephen Labaton）的故事登上了《纽约时报》（*New York Times*）的头条，“2004年的规则让银行堆积新的债务”。注在那之前，这种曲解一定已经成了新闻记者的共识，兰伯顿也没有说明皮卡德是消息最初来源。“在接下来的几个月和几年里，每家公司都利用了宽松的规则，”他写道，“在贝尔斯登，杠杆比率急剧上升至33∶1。换言之，每1美元的股本，对应33美元的债务。其他公司的杠杆比率也显著上升。”

这种曲解很能自圆其说。SEC犯了一个严重的监管错误，五大券商利用了这一点，后果很明显。贝尔斯登的破产是因为其债务股本比从一个安全的、SEC监测的12∶1，上升到一个轻率的、鲁莽的33∶1。这就像谋杀武器、指纹以及所有这些犯罪证据，解释了贝尔斯登、美林和雷曼兄弟得到如此下场的原因。这个解释吸引了众多评论：反对金融放松管制的人用这种说法作为证据表明放松管制导致了金融危机，敌视美国政府的人用这种说法证明不良的监管导致了金融危机。

这个错误很快像病毒一样从新闻媒体传播到学术界。哥伦比亚大学法学院证券监管专家约翰·科菲（John C.Coffee）在2008年12月5日的《纽约法律期刊》（*New York Law Journal*）中复述了这一误解：“结果是可以预测的：所有5家主要投资银行在成为CSE后的一段时间里，大大增加了他们的债务股本比。”注2009年1月3日，在旧金山举行的美国经济学会年会上，SEC前首席经济学家苏珊·伍德沃德（Susan Woodward）在一次关于当前金融危机的小组讨论中称，这一规则的改变导致杠杆率的增加。注

普林斯顿大学的艾伦·布林德（Alan Blinder）也参与了小组讨论。2009年1月24日，美联储前副主席布林德在《纽约时报》的商业版面发表了《走向金融危机的六个错误》（*Six Errors on the Path to the Financial Crisis*）。“第二个错误就是2004年SEC让证券公司大幅提高杠杆率。在此之前，杠杆率12∶1是典型的；之后，杠杆率飙升至33∶1。SEC和证券公司的老板们在想什么？”注

这一论述不仅限于财经或学术报刊。诺贝尔经济学奖得主约瑟夫·斯蒂格利茨在2009年1月的《名利场》（*Vanity Fair*）杂志上列举了导致金融危机的5个关键错误。斯蒂格利茨名单中的第二个错误是："2004年4月，由SEC在大多数人意见被忽视的情况下做出的决定，允许大型投资银行增加杠杆比率（从12∶1到30∶1，甚至更高）。这样他们就可以购买更多的抵押贷款证券，从而使房地产泡沫在这个过程中继续膨胀。"㊟

这种故事甚至通过经济学家卡门·莱因哈特（Carmen Reinhart）和凯恩·罗格夫（Ken Rogoff）的高度重视成为历史巨著——精心研究8个世纪的金融危机历史的《这次不一样》（*This Time Is Different*）："现在可以认识到，巨大的监管错误在当时来看似乎是无害的，包括次级抵押贷款市场的放松管制和2004年SEC决定允许投资银行提高三倍杠杆比率（即度量风险资本额的比）。"㊟

而在2011年1月，在西里讲话纠正2004年SEC规则改变的错误理解后近两年，宏观经济学家罗伯特·霍尔（Robert Hall）在MIT发表的演讲中批评了"所谓的放松管制"对危机产生的影响：

我认为监管中最重要的失败是容易识别的。2004年，SEC撤销了对投资银行的资本要求……雷曼兄弟之所以能够如此具有破坏性，原因是没有限制其杠杆倍数。我们了解到它采取了大量杠杆，随后它就土崩瓦解了。资产价格即使是一点点下降，雷曼兄弟也必然会走向倒闭，因为它有如此高的杠杆率。㊟

霍尔的逻辑在这里并不能成立，因为我们知道雷曼兄弟的债务资产比率自20世纪90年代末以来一直居高不下。尽管关于SEC和美国政府问责局的说法已经修正，但在《纽约时报》上，这种虚假的故事仍然影响着我们对金融危机的思考。

的确，SEC净资本规则的晦涩细节并不是常识，即使对于专业的经

济学家和监管者也是如此。我个人感谢华尔街的内行、出色的投资者雅各布·戈德菲尔德（Jacob Goldfield）和芝加哥的退休律师鲍勃·洛克纳（Bob Lockner）把这个例子分享给我，并在规则微妙之处给予我指导。然而，主要券商的杠杆比率增加了三倍，却没有任何人注意到，这一说法应该引起这些见多识广的人的警觉，但事实上没有。如果你认为必然正确，确认一下又何妨呢？我之前偶然注意到这个有趣的例子时，大约只花了10分钟来搜索反驳杠杆比率的证据。

这一事件在两个方面特别值得注意。第一，不正确的故事似乎源于李·皮卡德的指控，他在1973—1977年与埃里克·西里在SEC的立场相同，并参与了15c3–1规则原始版本的起草。通常无法追踪这些故事的起源，因为谣言一旦产生特别容易在传递中发生变异和自然选择。但在这里，我们可以确定影响媒体的“谣言源头”。皮卡德的背景使他的说法可信。如果有一个普通的博客作者提出了同样的指控，那么这一故事几乎不可能获得同样的吸引力。

第二，这一指控被一批阅历丰富的经济学家、监管者和政策制定者在验证“2004年净资本规则的变化引起的投资银行增加杠杆”这个命题是否正确之前就当作制定政策建议的依据。事实上，这几乎等同于错误的谋杀指控——判决无辜者有罪，为其没有犯下的罪行惩罚他们，但真正的幕后黑手依旧安好，动机意图不明。

---

1. 资料来源于美林证券的截至2014年12月31日财年的10–K报表；高盛截至2005年5月27日的财务季度的10–Q报表；贝尔斯登截至2005年11月30日的财年的10–K报表；雷曼兄弟截至2005年11月30日的财年的10–K报表，65~66页；摩根士丹利，截至2005年11月30日的财年，第11页。感谢Bob Lockner提供的信息。
2. Pickard (2008).I thank Jacob Goldfield for bringing this example to my attention.
3. Ibid.
4. Satow (2008).
5. Sirri (2009).
6. GAO (2009).

7. Ibid.,41,figure 6.
8. Labaton (2008).
9. Coffee (2008).
10. Woodward (2009).
11. Blinder (2009).
12. Stiglitz (2009).
13. Reinhart and Rogoff (2009,213–214).
14. MIT150 Symposium,January 27,2011,Cambridge,MA:https://www.you tube.com/watch?v=vAKwujWKs-U&feature=youtu.be,43:30 to 44:30,accessed January 17,2017.

红色药丸还是蓝色药丸？㊟

要处理这样的错误故事，我们必须认识到人类已经进化到用故事来解释世界。我们对故事性解释的依赖已经发生了颠覆性的变化。故事是一种比本能更好的理解世界的方式，不管进化在多大程度上改进了后者。然而，我们对特定类型的故事有着根深蒂固的偏见。谁不想在电影里看到好人赢？正如美国哲学家威廉·詹姆斯（William James）在一个世纪前指出的那样，人们相信故事是真实的，因为它们有用。我们要相信善良会战胜邪恶，英雄会战胜恶棍，每个人都会有一个幸福的结局（至少对那些值得拥有幸福的人），因为相信这些东西会给我们带来心理安慰，但在这个世界上，这些东西往往不太真实。

对故事的依赖会导致我们先入为主的偏见和直觉，让我们很容易相信糟糕的故事。我不是文学评论家，这里所谓的"糟糕"是指那些故事会带来糟糕的预测。这可以追溯到将大脑作为一个预测的机器。我们可以把故事看作一种先进的模拟形式，用很高的抽象度来描述现象。正如一个天体物理学家依靠模拟做出关于日食的预测，而这不可能在实验室完成，人类大脑的预测也依赖于故事。然而，当模拟星系返回的结果与天体物理数据不匹配时，天体物理学家将调试程序，尝试修复其基本模型，如果所有其他方法都失败，则完全放弃模拟。另一方面，人类的大脑已经进化，以修补坏的预测，为数据寻找更合理的解释。这非常类似于在第4章中迈克尔·加扎尼加研究的脑分裂患者对幻想中的飞行进行的曲解。

有着糟糕故事的人需要经过更高级的反驳才能变成更好的预测者。这个解决方案有两个部分：第一，我们必须找到一个更优的故事；第二，我们需要采纳它。幸运的是，我们可以用科学方法来发现眼前更优的故事。然而，科学方法没有直接有效的单一配方。一个生物学家会发

现宏观经济学家的方法很怪异，反之亦然——事实上，这些差异能在神圣的学术殿堂挑起很多科学之间的内讧。

然而，对于大多数的科学探究，我们可以把科学方法分成四个阶段。第一，我们搜集经验证据。（这在经济学中是特别困难的，因为历史数据太少了，比如宏观经济学，或者是数据太过海量，比如金融经济学。）第二，形成一个假设。实际上，这些都是解释数据的故事。第三，我们利用这个假设进行预测。第四，进行实验检测。

和其他获得良好故事的方法不同，科学方法很重要的一点是，假设可以清晰可见地被科学证伪，如在法庭上。正因为学术科学的竞争性，很多人会尝试这样做（证伪）。如果这个假设在经受一通猛攻后依然成立，并将继续取得良好的预测，我们可以把假设从一个候选的故事变为一个理论，这是科学的方法能够给予我们最接近事实的东西，即一个好的故事。

当我们提出了一个好的故事，我们仍然需要一定程度的勇气去接受它。就像主角尼奥在科学幻想电影《黑客帝国》中一样，在蓝色药丸（这将让他留在幻想世界）和红色药丸（这将唤醒他回到现实世界）之间做出选择。我们必须决定服用红色药丸，才能真正打破我们珍视的信念，其中一些我们已经相信了几十年。做出这样的选择非常不容易。我们按自己规划好的行事，宁愿待在存在偏见的、误解的舒适区中。没人喜欢承认错误。这也是种族主义、性别歧视和同性恋恐惧症很难对付的原因之一。直到我们经历“摩耳甫斯[注]时刻”，体验到信念与现实之间不可调和的矛盾时，我们才会想起服用红色药丸。如同我们在上一章看到的那样，这正是在2007年8月发生的事情。

---

1. 红色药丸和蓝色药丸来自电影《黑客帝国》。主角尼奥有两个选择：吃下蓝色的药丸，就可以回到那个虚拟的幻想世界；而红色的药丸则会让他醒来，看到真正的现实。——译者注

2. 摩耳甫斯，睡梦之神，也是电影《黑客帝国》中的重要角色，是主角尼奥的引路

人。——译者注

我们能避免危机吗

这种科学的方法能够构建关于金融危机有力而准确的故事。然而，即使是世界上最好的故事，如果没有人愿意听，也是不够的。让我们来看一个思想实验。如果早在2004年年初就知道金融危机即将来临，我们该怎么办呢？也许是通过科幻小说的时间机器，或者是从对数据的仔细阅读中分析，如果早期自我在危机来临之前就有正确的洞察力，我们能做什么呢？我们能阻止危机的发生吗？

你们一些人可能会幻想这是一个一夜暴富的机会。毕竟，约翰·保尔森不就是用洞察力做空房地产市场，并赚了几十亿美元吗？但保尔森是为数不多的成功者之一，他的每一步都在与充满敌意的金融环境进行搏斗。与那些怀疑房地产泡沫已经接近顶点的投资者不同，保尔森有足够的资源、技能、人脉和运气来完成他的赌注。

但是，如果我们不想从灾难中获利，又如何防止它呢？不幸的是，这种尝试看起来相当黯淡。2005年1月，耶鲁大学经济学家罗伯特·席勒（Robert Shiller）表达了他的观点。席勒是世界房产价格领域的专家之一。他和卡尔·凯斯（Karl Case）一起构建的房价指数是衡量房价随时间变化的最重要的指标。他说："不能只从人口、建筑成本或利率角度来解释房价。这些都不能解释从1998年左右开始的'火箭式起飞'效应……房价的变化表现了公众对房地产价值印象的改变和对投机价格走势的高度关注。这是一个泡沫的迹象，泡沫里隐藏着它们最终毁灭的原因。"注

这是在2005年1月，席勒的观点具有权威性，同时他也提供了数据来支持他的假设。然而，从席勒此时公开发表他的专家意见开始，房价依旧攀升了15%，2006年6月到达了顶峰。

也许灾难即将来临的警钟已经对政策制定者敲响了？让我们来看芝加哥大学的拉古拉迈·拉詹（Raghuram　Rajan）在有影响力的杰克逊·霍尔经济政策研讨会上分享的经验。每年8月，美国密苏里州堪萨斯联邦储备银行负责主办这次专题讨论会，并提出一个特别的主题。2005年，杰克逊·霍尔会议是为了纪念艾伦·格林斯潘退休后成为美国经济“大师”而举行的。拉詹并没有被研讨会的宏大背景吓倒，在格林斯潘本人在场的情况下，他给他的充满激情的演讲命名为“金融发展是否让世界变得更危险”。对此，他的回答是：金融环境的新变化改变了金融风险的性质。“虽然该系统通过更广泛地分配风险来更好地利用经济的风险承受能力，但它也比以前承担更多的风险。此外，市场间以及市场和机构之间的联系现在更加明显。虽然这有助于整个系统在小规模震荡中实现分散化，但也会使金融系统暴露于大规模的系统冲击中——这体现为资产价格的大变动或总体流动性的变化。”[注]

在全球金融危机爆发之后，拉詹的谈话似乎有非凡的先见之明。谁能忘记在不到1000天的可怕的几个星期中，政策制定者不得不在金融灾难中扮演消防员的角色？但2005年杰克逊·霍尔会议的听众是如何看待拉詹的演讲的？在哈佛大学的拉里·萨默斯（Larry　Summers）随后主持的学术讨论中，他第一句话就给拉詹冠以“误导”和“轻微的勒德分子”的恶名。在客套的学术界中，这相当于一个点对点射击。拉詹后来说他觉得自己“就像一个走进饥饿的狮群中的早期基督教徒”。[注]到2005年，萨默斯的言论已经成为共识，明确了拉詹的分析充其量只是少数派反对意见，直到拉詹所声称的“潜在的、灾难性的金融崩溃”真正来临。

我自己对对冲基金行业的研究也显示出金融危机的征兆。在21世纪初，我和我的学生开始调查对冲基金的收益及其随时间变化的情况。对冲基金的月度收益异常平稳，以至你可以用这个月的回报来预测下一个月的收益，并具有一定程度上的准确性。如果对冲基金是股票的话，它们显然有悖于市场效率！一个孩子都可以轻易地利用这些收益的一惯性构建投资策略。但对冲基金都是非公开上市合伙企业，不容易通过套利

操作来消除它们的利润。不过，问题是：对冲基金创造这些非常稳定收益的内在动因是什么？

一个直接的答案是流动性不足。住宅房地产传统上显示出非常可预测的回报，但房地产市场的流动性不够，投资者无法充分利用这种可预测性。而共同基金的流动性是很强的，但它们的回报不太容易预测。如果对冲基金的回报是可预测的，那么高回报可以持续下去的唯一可能就是利用这种可预测性进行套利的成本超过收益。换句话说，资产一定是难以交易的，也就是说流动性差。事实上，它们的可预测性越强，它们资产的流动性就越差。因此，我们可以利用其可预测性的大小来衡量它们的流动性。流动性不足，加上高杠杆，恰恰是潜在的、最具灾难性的金融风暴的动因，如LTCM、贝尔斯登和雷曼兄弟的表现一样。

让我们再来考虑对冲基金的金融生态系统。我们看到，当对冲基金策略互相激烈竞争时，回报率就会降低。但这时恰恰是对冲基金希望利用杠杆来增加利润的关键时候。当金融生态系统显示出越来越多的对冲基金使用一种特定策略，并且每月回报率非常一致时，将会发生什么呢？他们都在争夺一块低流动性的馅饼，利用更大的杠杆从中获取更多。这样的金融环境是高度易燃的。

2004年10月，我以前的学生尼古拉斯·陈（Nicholas Chan）、米拉·盖特曼斯基（Mila Getmansky）、沙恩·哈斯（Shane M.Haas）和我一起向对冲基金行业宣布了对于这种系统性风险的统计检验结果。[注]我们观测到了风险上升，尤其在对冲股权领域——量化崩溃中涉及的那个领域——和全球宏观经济领域，即从2001年开始对国际宏观经济的发展进行押注的对冲基金领域。最值得注意的是，从2002年开始，我们就看到了系统性风险的激增，这可能与美国股市的熊市有关。我们是不是错过了可能更早爆发的金融危机呢？

我们的研究结果可能会在美国国家经济研究局会议上被一些人冷落

（不像我第一次参加类似会议，研究展示当时很受欢迎），参与者主要是金融经济学家和他们的研究生。然而，金融记者马克·吉梅恩（Mark Gimein）读了会议网站上的研究文章，并在2005年9月4日《纽约时报》星期日版发表了一篇关于我们研究工作的文章。[注]吉梅恩在文章的最后一段写道："罗先生的噩梦剧本宣称一系列高杠杆对冲基金的倒闭会拖垮借钱给它们的大银行和券商。"这种描述在当时的确显得很可笑。但回想起来，随着2006年年初开始的各种对冲基金的崩溃，贝尔斯登和雷曼兄弟都经历了对冲基金的第一轮亏损，当时的预测也不算太糟。

那么私营部门是否有早期预警呢？如果2005年的进程会导致灾难是唯一的说法，那么自利的银行家中明白人会占上风吗？如果首席风险官向董事会报告，敲响了警钟呢？

不幸的是，我们也知道当时发生了什么，这要归功于雷曼兄弟的内部人士劳伦斯·麦克唐纳（Lawrence McDonald），他是这一时期不良债务和可转换证券交易的副总裁。在他与帕特里克·鲁滨逊（Patrick Robinson）2009年合著的《常识的巨大失败》（*A Colossal Failure of Common Sense*）中，麦克唐纳介绍了雷曼兄弟2005年的首席风控官马德琳·安东西奇（Madelyn Antoncic）的经验。[注]她的职业生涯使她成为在合适的时机应对金融危机的合适人选。加入雷曼兄弟之前，安东西奇曾是美联储经济学家，后来成为高盛和巴克莱资本的市场风险主管。安东西奇在雷曼兄弟的工作让她成为《风险》（Risk）杂志中的"2005年年度银行风控经理"。

然而，雷曼兄弟的董事会显然拒绝听从安东西奇的建议。随着房地产市场接近顶峰，安东西奇反对雷曼兄弟提高债务上限，然而她的建议直接被CEO迪克·富尔德（Dick Fuld）和总裁乔·格雷戈里（Joe Gregory）否决。富尔德和格雷戈里在讨论潜在交易的优点时要求她离开房间，而走廊显然不是首席风控官应该待的地方。雷曼内部人士甚至声称，富尔德在一个气氛特别紧张的会议上让安东西奇"闭嘴"。[注]2007

年，富尔德和格雷戈里将安东西奇调到全球金融市场的政府关系主管的职位，这是一个大头衔，但对企业风险的监督权很少。一年后，雷曼兄弟破产，其垮台几乎引发了美国金融体系的崩溃。安东西奇在作为雷曼地产的董事总经理一年多的时间里，为众多债权人创造了最大的价值。

所有这些警告都未能及时说服世界其他地区的人们。甚至连约翰·保尔森也发现，要说服其他人帮助他建立对数十亿美元卖空房地产的赌注是非常困难的。为什么不能让别人听到我们的声音呢？

这些事件并不是孤立的。政府的金融危机调查委员会发现，人们愿意在金融系统的各个层面发出即将发生灾难的警告。[注]或许你认为房价会继续增长的想法是有点可疑的，而你的邻居却在使用他们的新抵押贷款来善待自己，享受一个愉快的假期。或者，当你在享受愉快假期时，也会有疑虑……毕竟，有些太美好的事情通常都是不真实的。所以究竟发生了什么事呢？

---

1. Shiller (2005).
2. Rajan (2005).
3. Rajan (2010,3).
4. Chan et al.(2006).
5. Gimein (2005).
6. McDonald and Robinson (2009).
7. Ibid.,268–269.
8. Financial Crisis Inquiry Commission (2011,3–22).

适应性市场假说的解释

在2007年紧张不安的夏季，花旗集团CEO查克·普林斯（Chuck Prince）被问及花旗集团是否会在利率上升和美国抵押贷款市场恶化的情况下收回贷款。他的回答很简单：“只要音乐还在播放，你就得起身跳舞。所以我们仍在跳舞。”[注]4个月后，由于其持有的抵押贷款证券大幅下跌，普林斯在意外糟糕的花旗集团第三季度报告发表后宣告退休。[注]

这并不意味着人们面对的是一个“疑难杂症”。普林斯是银行业最强势的CEO之一。他的确有他自己的基本逻辑。即使在最不利的市场条件下，老练的金融专业人士也会想方设法赚钱。对普林斯来说，市场状况并不那么糟糕：“在某些时候，破坏性事件会非常严重，流动性不仅没有增加，反而朝着相反的方向变化。而我不认为我们到了那个地步。”

适应性市场假说告诉我们，在金融危机最基础的层面上，贪婪压倒了恐惧。系统中各层级的人无视变化的环境，创造逻辑来说服自己，认为贪婪是正确的。他们对即将到来的危机警告置若罔闻，直到为时已晚。作家和政治活动家厄普顿·辛克莱（Upton Sinclair）曾经说过：“当一个人不知道为什么会得到工资时，很难让他理解一些事情！”然而，说服那些直接从市场上挣钱的怀疑者要困难许多。集体冲向市场的伏隔核（贪婪）压倒了大脑杏仁核产生的恐惧反应，并诱导其左半球提出了合理的解释。显然，整个市场都希望立即得到棉花糖，而不是延迟满足。这是一个经济体系的规模风险：系统性风险。

但我们为什么不产生恐惧感呢？让我们回到2005年8月下旬的杰克逊·霍尔会议，拉里·萨默斯在他对拉格拉姆·拉詹的回应中，将金融系统和运输系统进行了比较：

随着时代的发展，人们几乎完全对他们所依赖的交通体系的安全感到得意。大量经济活动需要依赖于飞机和火车的运输能力。对各自对应的枢纽的依赖程度大幅增加。例如芝加哥奥黑尔机场，发生的事故可能比过去的大火更为严重。然而，我们几乎都会说，在这个过程中发生了非常积极的转变和进步……交通事故死亡的人数远远比过去少。㊟

这是完全正确的。金融创新给世界带来了巨大的利益。然而，为了拓展萨默斯的类比，金融危机就像是美国十大航空枢纽同时瘫痪，其中两个被莫名的飞机失事所摧毁一样。即使死亡总人数是美国每年机动车事故中的一小部分（2015年约3.8万人），我们仍然认为这是一场全国性的灾难。这要求我们的航空旅行更加安全，并在新的政策法规出台前，大大减少我们对航空运输的使用。我们会认为这是一个小小的安慰，因为在当年，更多的人因为依赖萨默斯所称的“公平距离交通”——在高速上驾车行驶而遇难。

为什么我们的交通系统看起来比金融系统安全得多？当然，从绝对意义上讲并不是这样——金融危机仅仅通过经济上的剥夺就可以杀死成千上万的人。但就潜在损失而言，这是一场非常严重的金融危机，陷入经济困境的人数急剧增加。一些日本经济学家谈论“失落的10年”和最近的“失落的20年”，以描述日本经济在1989年房地产市场崩溃后的一蹶不振。金融危机可以像重大战争那样彻底破坏人们的生活。

---

1. Nakamoto and Wighton (2007).
2. Dash and Thomas (2007).
3. Knight (2005).

（不）寻常事件

在20世纪90年代，我被一场“实质上更大的火灾”所震撼，这似乎与金融创新产品的增长有关。这些金融野火——1993年德国金属公司失败的能源对冲、1994年美国橙县破产、1995年宝洁公司对银行信托的诉讼——尽管涉及了数十亿美元的损失，这些事件在今天听起来却并不太熟悉，就像这些事件我也不太了解一样，但这些都成为LTCM的前车之鉴。当然，现在我们有了量化崩溃和全球金融危机的例子。有没有一个简单的令人信服的理论，可以解释这些看似不同的灾难呢？

一些人指责金融创新的兴起，使这些新的金融灾难成为可能。例如，那时复杂的金融衍生工具被认为是德国金属公司对冲灾难的罪魁祸首。金融危机开始时，许多不熟悉金融行业的经济学家将注意力集中于将抵押贷款重新打包为抵押支持证券和有担保抵押债务的证券化过程上，研究其向大型银行传递房地产市场低迷信息的角色。但危机并不需要“外来”的金融工具出现。2007年8月的量化崩溃显然是由于对冲基金在股市上持有相似头寸驱动的，任何人都可以购买和出售这些简单的股票。

这些“火灾”的共同点使以前无关的资产间发生了新的联系。相似的资产组合或对抵押贷款的再打包形成了一个紧密耦合（我们很快会定义这个技术术语），这在以前的金融系统中都不存在。

这追溯到了耶鲁大学社会学家查尔斯·佩罗（Charles Perrow）在他1984年的《正常事故》（*Normal Accidents*）一书中提出的一项古老理论。[注]佩罗非常有说服力地指出：复杂性和紧密耦合的双重条件是各种工业环境下形成灾难的药方。复杂性指由关系高度非线性、难以理解的许多部分构成的系统。紧密耦合意味着为了系统的正常运行，每个组件

都必须正常工作——哪怕只有一个组件发生故障，整个系统都会崩溃。佩罗称，复杂性和紧密耦合不仅解释了石油泄漏、飞机坠毁、核能外泄和化工厂爆炸的发生，也可以解释为什么我们可以预期这类事故会经常发生。

很容易看出，金融系统具备复杂性和紧密耦合相结合的特征。20世纪80年代和90年代的储蓄和贷款危机、LTCM的失败、雷曼兄弟的破产和储备基金都是最好的例子。然而，在2010年一篇题为《金融崩溃不是偶然》（*The Financial Meltdown was Not an Accident*）的文章中，佩罗断然拒绝了他的理论在解释金融危机上不受欢迎的应用。[注]他给出了人类行为方面的解释："虽然这些结构特征是明显的，但我认为这一事件不适合该理论，因为事件的关键点不是系统性，而是危机中的关键人物，他们知晓公司、客户和社会所面临的巨大风险……复杂性和紧密耦合只会使欺骗更容易，影响更广泛。"毫无疑问，佩罗说得有道理，金融业并不缺乏不良行为，而20世纪90年代到21世纪初的频繁出现只是再一次证实了的华尔街"宇宙主人"的刻板形象，在经历了汤姆·沃尔夫（Tom Wolfe）在其代表作《虚荣的篝火》（*The Bonfire of the Vanities*）中的描写后变得路人皆知。[注]我们将在下一章中研究这些不良行为。

但人类的行为难道不是所有事故的源头吗，无论正常的或是不正常的？透过适应性市场假说的视角，我们可以看到为什么金融世界会产生紧密耦合。因为在高度竞争的金融环境中，企业会不断适应以获得更高的效率和利润。这种新的耦合带来了新的风险，但事故的发生是因为投资者在学习新的游戏规则之前，使用的是他们过去的适应性。借用刘易斯·卡罗尔（Lewis Carroll）笔下的形象，金融创新要求投资者像不断演变的"红皇后比赛"一样：投资者就如跑步机上的慢跑者一样，随着速度的加快，步伐需要跟上节奏才能保持在同一个地方。一段时间后，单个失误就会导致金融灾难的发生。在跑步机上发生的事故也很少有漂亮的。

这不是为欺诈、偷窃以及其他不道德和非法行为进行辩解——这些行为在任何行业都是不可接受的，因此应加以预防和惩罚。但如果这些还不够呢？如果是这样，即使系统中的每个人的行为都符合道德，做了他们应该做的事情，那发生事故还是正常的吗？

阿米尔·坎达尼、罗伯特·默顿和我提出了一个有关金融危机的例子：在利率下降的时期，房价上涨、人们容易获得廉价的抵押贷款融资和再融资（“无佣金、无结算成本、无问题”）、人人受益。[注]这三个趋势单独来看都是完全正面的，他们通常被视为经济增长的好消息。但当它们同时发生时，三位一体的综合效应可能是致命的。较低的利率和更容易获得融资创造了更多的首次购房者，而现有房主可以再融资，或者降低贷款月供，或从他们升值的住房中提取现金，或两者兼而有之。但一旦利率开始上升，房价开始下降——这也是不可避免的——拥有可调利率抵押贷款的房主将面临更高的按揭还款，更少的房屋净值，他们无法轻易退出，因为房屋在市场低迷时很难出售。不同于保证金账户投资，当价格下降时可以卖掉一半的股票以降低杠杆，当房价下跌时不能卖掉半个厨房或两个卫生间来降低杠杆。即使在经济中所有的利益相关者都表现得完全合乎伦理和负责任。这三个经济趋势，我们称为“再融资棘轮效应[注]”，为系统性的冲击铺平了道路。

为什么这次危机给美国金融体系造成如此大的冲击呢？从适应性市场的角度来看，一个直接的解释是我们的金融机构适应了长期缓和的环境，从20世纪80年代开始经济波动收缓，直到2008年金融危机的到来（不要与上一章所描述的大调整混淆）。[注]投资者、立法者、管理者和监管者，适应了不那么动荡的时期，忽视了要提前适应金融环境，而只有提前适应才能让我们在更动荡的时代茁壮成长。金融体系中的机构与旧的金融环境相适应，但在新的金融环境中生存下来就比较困难。

金融危机是一个更为一般性问题的特例：人类行为与自由企业相结合。如果我们消除这两个因素中的一个或全部，我们就能消除金融危

机。我们是动物王国里好奇的乔治[注]，没有黄帽子叔叔来救我们。人的行为是事故发生的根本原因，并成为常态。长期没有事故发生导致人们低估了真正的风险。这是一个适应的例子，或者说是一个不适应的例子。随着时间的推移，在没有糟糕经历的情况下，我们失去了从糟糕经验中学习的能力："眼不见，心不烦"。因此，我们失去了恐惧感，就像第3章中的女性SM和她那钙化的杏仁核一样。

这是以思维的速度进化的一个缺点。当条件改变时，我们错误的试探法仍让我们用旧的适应法则来应对突发事件。如果事件足够离奇，例如高盛在量化崩盘期间报告的25倍方差事件，或者说2007年投资者完全没有意识到抵押债券市场中的潜在资产中次级贷款的比例，但是金融浩劫的条件已经成熟：市场冻结，追逐安全，或疯狂暴民的其他典型行为。

---

1. Perrow (1984).
2. Perrow (2010).
3. Wolfe (1987).
4. Khandani,Lo,and Merton (2013).
5. 棘轮效应，人的消费习惯形成之后有不可逆性，即易于向上调整，而难于向下调整。——译者注
6. Stock and Watson (2003).
7. 好奇的乔治，玛格丽特·雷与H.A.雷夫妇创作的儿童系列绘本《好奇的乔治》中的同名主人公，是由黄帽子叔叔驯养的一只小猴子。——编者注

流动性消失综合征

如果说关于金融危机的各种讨论中有一个反复出现的主题，那就是市场流动性的迅速消失。银行业恐慌、股市崩溃、次贷市场的损失以及2007年8月的量化崩溃都是流动性缺失的例子。但是流动性并不容易衡量，你不能在彭博终端查找到它，也可能不会注意到它的变化，因此不能加以适应。当我们在2007年8月的研究中进行了一次深入模拟时，阿米尔·坎达尼和我痛苦地明白了真相。注

在上一章中，我描述了基于前一天股票表现的日度均值回归策略的模拟。但最复杂的量化对冲基金是一分钟一分钟地，一秒一秒地，现在甚至是以微秒为时间单位进行交易的。所以阿米尔和我决定模拟一个更高频率的策略，引入标准普尔1500指数中的所有交易，时间精确到1/10秒，从2007年7月2日到2007年9月30日，量化崩溃前后三个月的周期。这总共涉及处理8.5亿个交易——这是使用大数据的一个典型例子。

我们模拟了与以前相同的均值回归策略，但不是用前一天的收益来决定今天买进和卖出哪种股票，这次我们用60分钟前的回报来决定在当前的60分钟区间内买进和卖出股票。在这种更高频率的背景下，我们的均值回归策略是为了捕捉做市商的行为，这些交易者对股票是否会上涨或下跌没有什么特别的看法，而是通过提供流动性来赚钱。在这种情况下，流动性供给意味着当其他人想买时卖，其他人想卖时买，这与我们短期均值回归策略非常相似。

我们汇总一天之内的利润和损失，然后在三个月的时间里汇总每天的利润和损失来计算我们的模拟收益。为了衡量交易频率对赢利能力的影响，我们还用30、15、10、5分钟的间隔来模拟策略（在2007年，5分钟的交易间隔被认为是高频率的；按照今天的标准，这似乎更像是长期

投资）。

我们的模拟结果，如图9.2所示，展示了一种奇特的赢利模式。曲线从2007年7月2日开始，使用不同的时间间隔来刻画均值回归策略的累计利润和损失。对于一个60分钟的均值回归策略，累计利润微薄；黑线坡度很平缓，表明这三个月里微利的平均回报率。但随着时间间隔缩短，坡度变得越来越陡，直到5分钟的策略（虚线），即最陡的斜率和最高的累积利润。现在你可以理解为什么今天的高频率交易者正在以他们交易的速度来挑战极限。

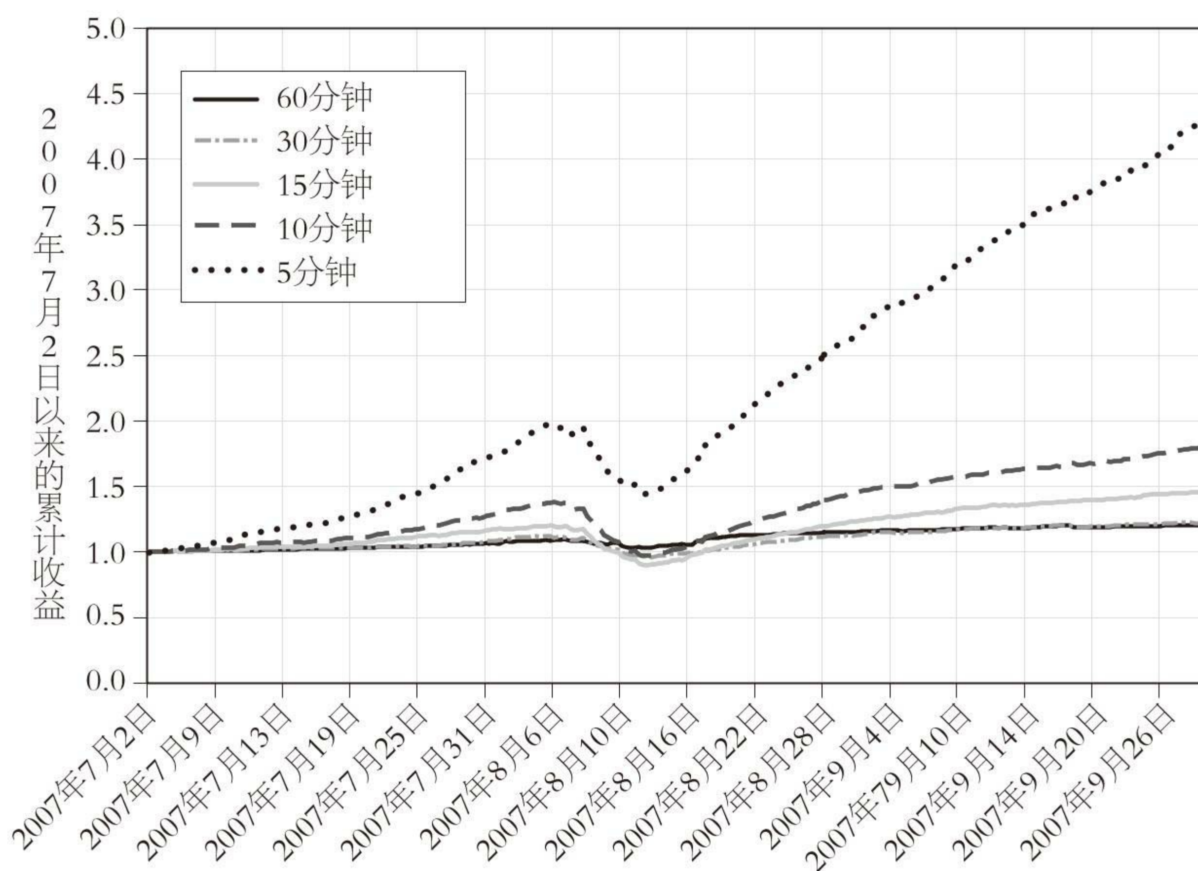


图9.2 2007年7月2日到2007年9月28日标普1500股票的k分钟均值回复策略的累计收益，k＝5,10,15,30,60分钟。不允许隔夜头寸，每天上午9点半加k分钟建立初始仓位，所有头寸在下午4点关闭。标准普尔1500指数的构成是以上月最后一天的会员资格为基础的

来源：Khandani and Lo（2011,figure 8）

但是图9.2也显示了其他东西。样本中出现了趋势中断，收益率上升中断，累计利润暂时下降，随后恢复，继续保持不变的过程。这个中断正发生在2007年8月的第二个星期，量化崩溃期间。然而，赢利能力的下降并没有从8月7日（星期二）开始，而是从8月6日（星期一）开市就显露端倪。在我们5分钟逆向策略中，表现最差的股票是弧度集团公司，一家抵押贷款保险公司。第四糟糕的是印地麦克银行公司，一家现已倒闭的抵押贷款银行。第六糟糕的是MGIC投资公司，另一家抵押贷款保险公司。第七是贝泽家居公司，一家建筑公司。全国财务公司排在第十七。请注意，我们的均值回归策略并不仅针对房地产市场的公司。

基于图9.2的盈亏模式，我们可以比上一章更详细地阐述量化崩溃。此前我们推测，由于抵押贷款市场的损失越来越大，金融机构开始清理各种投资以筹集资金，以保证因抵押相关证券价格下跌而导致的保证金要求。随着清算开始，价格被推向与盈利均值回归策略完全相反的方向。毕竟，均值回归策略的清算与原策略（买入过去的赢家，卖出以前的输家）是相反的。如果做得足够快且足够大，这种清算将使赢家继续赢下去，输家继续输下去——与均值回归相反，这意味着所有均值回归投资组合将同时遭受损失。

新的模拟使用日内交易数据证实了这一效应，可以在5分钟回报率策略中很快检测出来，如图9.2所示。显然，一个非常大的混合对冲组合，包含大量的次级抵押贷款市场相关的股票在星期一被平仓，掀起了一波从开市开始到美国东部时间下午1点左右结束的浪潮。星期三的全面崩盘似乎是这波原始浪潮的余震，高频交易的流动性提供者在星期一受损后在星期二离场使得情况出现恶化。这些市场庄家每天都习惯于一定的盈利，当他们经历了数月的第一次失利时，他们几乎瞬间就发现了市场异常。他们能够完全撤出市场，直到下星期盈利恢复。这对每个做市商来说是一件好事，但如果大量的做市商以同样的方式进行调整，流动性供应就会出现很大的缺口。就像一只跷跷板，一端坐着一个孩子，另一头是重得多的大人，如果大人突然跳下来，那将是非常有破坏力

的。

这些结果说明了金融生态系统的一个重要变化。在2001年前，美国交易所股票交易价格以0.125美元离散变化：你会看到交易在40.250美元和40.875美元间发生，但从没有40.270美元。这个惯例在前数字时代旨在简化计算，但以0.125为单位交易对流动性有一个非常有趣的影响。指定的做市商——交易所赋予其专有权与公众进行交易并收取买卖价差的回报，为市场提供流动——每轮交易至少赚取0.125美元。虽然这可能看起来不是很多，但利润几乎是无风险的，并且可以在整天的交易中迅速累积。

2001年，SEC要求所有美国交易所转变为十进制，这意味着以1美分作为计价单位。这条规则看来似乎很明智，通过减少价差，交易成本将下降，投资者将受益。但谁会受损呢？显然，做市商承担损失。现在每轮交易只能赚0.01美元，收入下降了92%。

十进制交易对做市商的影响可能比想象的更糟，因为现在的竞争对手，如对冲基金和高频率交易员可能更容易削弱它们。在实行十进制之前，如果对冲基金想向客户提供比做市商更高的价格（从而取代做市商来服务客户），该基金必须至少多支付0.125美元用于购买订单或接受至少降低0.125美元的卖单。在十进制规则后，对冲基金在任何一个方向的成本降低到0.01美元。因此，做市商将在对冲基金和其他交易公司的“美分”竞争下倒闭。在十进制规则出台后不久，相当多的做市商就破产了。

为什么做市商处于如此不利的地位呢？难道它们不能通过降低价格来竞争吗？答案与市场庄家的角色有关，即每当有人想卖时就得买，只要有人想买时就得卖。这一协议似乎无伤大雅，但它意味着做市商在与任何占有股票价格的真实信息的人进行交易时，将处于系统的不利地位。例如，如果投资者意识到一家制药公司的主要候选上市药由于刚刚公布的某项科研成果而不太可能获得FDA的批准，他将把该公司的股票

出售给做市商。同样，如果另一个投资者想购买一家电动汽车公司的股票，由于他对电池技术的研究，他预测股价即将大幅提高，他将从做市商那里购买股票。在这两种情况下，做市商都处于亏损的边缘。然而，由于做市商自愿扮演这一角色，赚取买卖差价，证券交易所也需要做市商参与这些交易。做市商在知情交易中所面临的损失，应该超过它在所有其他不知情交易（有许多）中所获得的买卖差价。

如果我们能扮演做市商的角色，而不是被迫在任何时候都进行交易，那岂不是很理想吗？这正是对冲基金以及最近的高频交易公司所做的。当它们选择进入市场的时候，出价高于市场的做市商来分一杯羹，当它们的策略开始赔钱时退出市场。然而，由于这些基金在数量、资本和影响力方面都有所增长，它们提供的流动性是有代价的。这些新兴物种现在对金融生态系统的稳定构成了威胁，因为它们一致撤回了流动性，就像它们在2007年8月的第二个星期那样。我们的模拟结果表明，即使是像十进制这样金融环境的微小变化也会导致生态系统的重大变化。除非我们在适应性市场的背景下研究这些事件，否则我们很可能不会注意到这些威胁，届时后悔已晚。

在美国金融危机触底以来的几年里，关于应该采取什么措施来防止未来发生类似的危机，出现了许多自相矛盾的说法。从银行国有化（或者监禁银行家）到消除政府对货币的控制等等，这些都是意识形态上的巨大差异。

随着时间的推移，先前一些提案的紧迫性和普遍性已经消退。我们可以从实证上看到所谓的“沃尔克规则”随时间推移的变化。美联储前主席保罗·沃尔克（Paul Volcker）于2009年提议禁止银行自营交易，包括投资对冲基金或私募基金，并限制其整体负债。这一规则被纳入了2010年《多德–弗兰克法案》，但它立即面临政治上和法律上的双重挑战。面对每一个尖锐的挑战，沃尔克立法的初衷被修改，每一轮修改后限制都变得越来越弱。截至撰写本书时，经修订的条例最终版本已获批准，

在新的法案中，遗产基金仍然获得了延长宽限期。谁知道这个法案是否会真正按照沃尔克最初设想的得以实施呢？那些监管者上台下台、来来去去的，新的政策制定者可能会带来新的政策。

在过去的几年中，在华盛顿的人们经常听到一句话："危机是一种可怕的浪费。"这个颇为愤世嫉俗的说法反映了我们对现实的恐惧反应。金融危机后，我们需要利用新立法的机会窗口，在记忆完全消退前，通过使用最佳的经验证据和分析结果。理想情况下，这将需要适当的反馈循环，使系统能够自我纠正，或使用适应性的对比分析，以维持金融系统中的恐惧和贪婪的平衡。在这个过程中，我们必须开发出新的金融逻辑来说明为什么我们应该放弃那些能带来即刻回报的行为。就像第4章中阿伦·李·罗斯顿在犹他峡谷里被岩石压住一样，我们必须放眼更美好的未来。要做到这一点，我们需要了解金融病理的根源：为什么金融体系会表现得如此拙劣。

---

1. Khandani and Lo (2011).

第10章 金融的不良行为

金融规则

尽管全世界已经对金融危机不陌生，但2008年金融危机的规模、广度和持续时间告诉我们，有些事情和以前不一样了。正如在第5章中智人的生长曲线所描绘的那样，人口过多增长带来了一些巨大的挑战，包括对金融稳定的威胁。这些威胁从更宽泛的角度来看，只是人类进化的一部分，根源于技术进步的双刃性——技术在带来的好处的同时，也会有意想不到的后果，其中之一就是对金融日益增强的依赖性。

金融和保险业的总就业人数稳步增长，而制造业现在雇用的工人人数和20世纪40年代的差不多。由于技术进步，制造业，特别是自动化制造，在同样数量的劳动力下能够生产出更高的GDP。然而，金融和保险部门的曲线比制造业生产率曲线有更陡峭的斜率：随着时间的推移，每个金融业就业人员比制造业就业人员创造了更多的价值。

人均增加值上的差异会导致金融和保险专业人士的工资比制造业专业人士更高，毋庸置疑，金融变得越来越重要。

这并不一定是好事，也不是坏事。当我们问为什么会发生危机以及我们能做些什么的时候，我们需要牢记这一点。金融的重要性日益增长，意味着我们必须开始更加关注适应性市场的金融生态系统的三个关键特征：不同“物种”的行为、该行为发生的环境，以及行为和环境如何相互作用和演变。我们将首先关注行为，包括非常恶劣的行为。

揭穿庞氏骗局

为退休做准备时，为了一份规定水平的经济回报你愿意承担多少风险？图10.1中包含了4种可能的金融资产在某一不明时间段内每一美元投资的累计收益。（我有意去除了日期来增加一点悬念。）如果你能把你的毕生积蓄投资于这4种资产中的一种，你会选择哪一种？

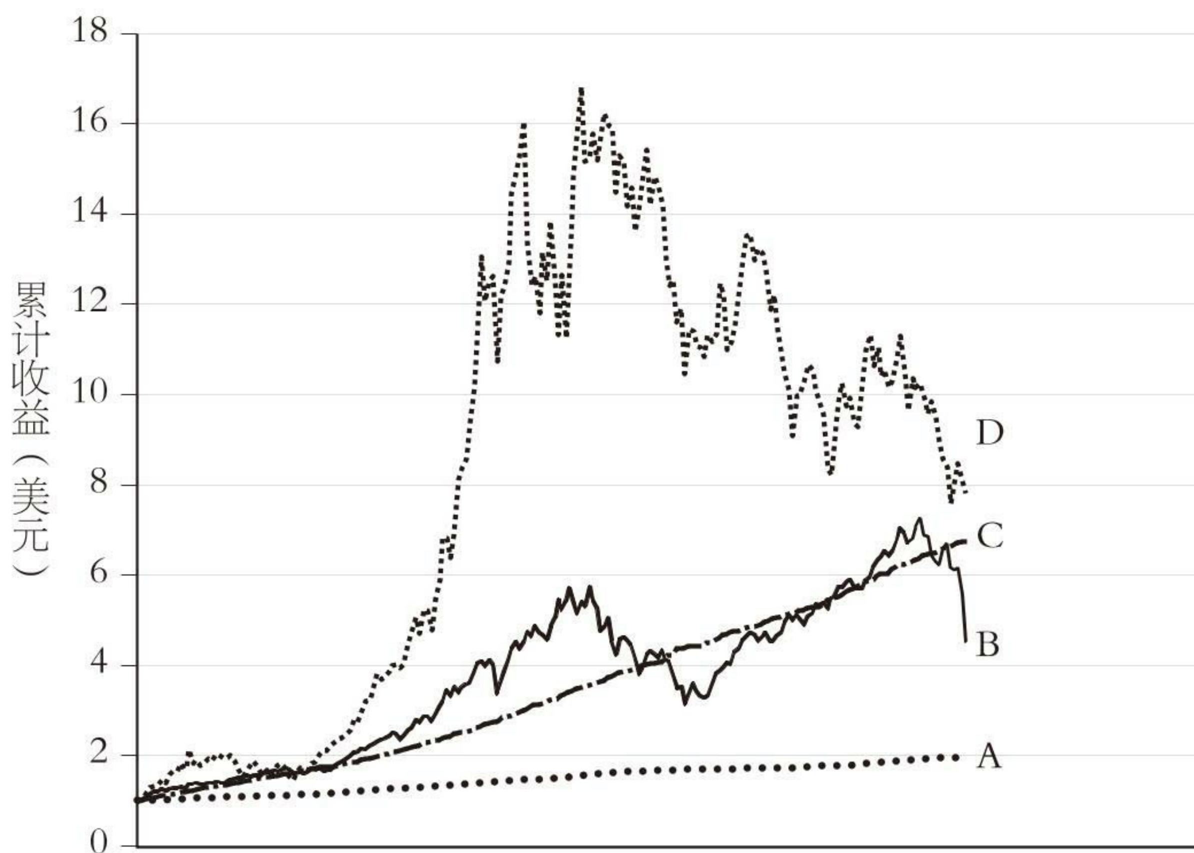


图10.1 在未指定的时间段内，4种金融资产单位美元投资的累计收益

来源：Author’s calculations

每个资产都有一个非常独特的风险与回报权衡。A增长曲线的资产非常稳定，但其增长率很低。资产B的表现要好得多，但它有不少起伏。资产C介于B和D之间，但其增长稳定如磐石。资产D的回报率最

高，但波动幅度最大。

当我问MBA学生这个问题时，几乎所有的人都选择资产C，尽管确实有少数人选择资产D（我怀疑他们会是未来的对冲基金经理和创业者）。资产C似乎拥有合理的业绩和相对低波动性的正确组合。那么，这4种资产是什么呢，以及这是在什么时间段计算的累计回报率呢？

图10.1对应的时间段是从1990年12月到2008年10月。资产A是美国国库券，非常稳定，非常温和。相对不稳定的资产B是美国股市。资产D是美国辉瑞制药有限公司。最后，资产C是你可能没听说过的费尔菲尔德哨兵基金。

费尔菲尔德哨兵基金是什么？这是为伯纳德·麦道夫（Bernie Madoff）长达数十年、金额高达数百亿美元的庞氏骗局提供资金的支线基金。如果你想知道伯纳德·麦道夫如何愚弄这么多人那么久，想想你自己几分钟前的选择。如果你想了解，图10.2展示了这4种资产的后续表现。

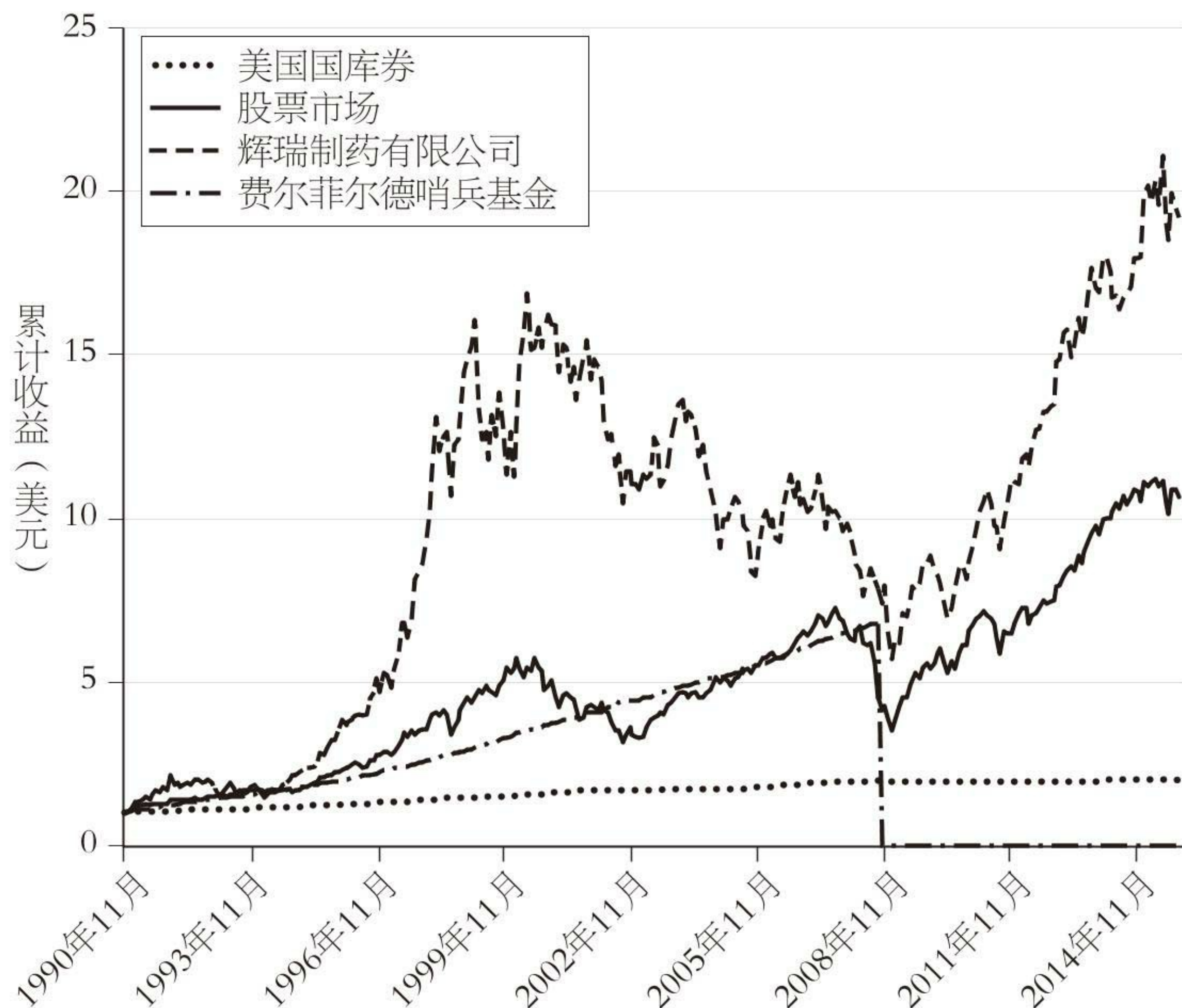


图10.2 从1990年12月到2015年12月，4种资产中每一美元投资的累计收益：美国国库券、CRSP价值加权股价指数、辉瑞制药有限公司、费尔菲尔>德哨兵基金（伯纳德·麦道夫庞氏骗局的支线基金）

来源：Dyck, I. J. Alexander and Morse, Adair and Zingales, Luigi, How Pervasive is Corporate Fraud (February 22, 2013). Rotman School of Management Working Paper No. 2222608

2008年2月14日，在他的计划崩溃仅仅10个月之前，麦道夫飞到佛罗里达州棕榈滩，为庆祝他的导师、朋友和商业伙伴卡尔·夏皮罗（Carl Shapiro）95岁生日。(注)麦道夫几乎可以算是夏皮罗的儿子了，夏皮罗是从“服装行业棉花之王”转型的慈善家。麦道夫在人们口中是华尔街有

头有脸的人物，将夏皮罗的巨额财富变得更宏伟。早在早一年的12月，麦道夫从夏皮罗手里拿走了2.5亿美元，并知道这笔钱有去无回，而夏皮罗把他当儿子看待。[注]不到两个星期后，2008年12月11日，麦道夫被逮捕。

麦道夫是怎么做到这一点的？他是纳斯达克电子股票交易所的前任主席，也是华尔街主要做市商——麦道夫投资证券公司的主席。[注]麦道夫也曾做过财富管理和慈善事业方面的副业。他的名声很好，直到（逮捕前）最后一刻，他的客户都对他的服务感到满意。

事实上，麦道夫从事的是所谓的“亲和力欺诈”，他故意讨好那些觉得与他有私人关系的投资者。慈善机构是一个受欢迎的目标。麦道夫自称基于自己的专有策略进行投资，但实际上，自20世纪90年代初以来，他就再没有交易过。他的财富管理计划的机制很简单：第一，从信任的投资者身上拿钱；第二，自己保管。他的财富管理基金在纸面上显示出稳定的回报，回顾起来，在过去的日子里过于平滑，并不真实。在现实中，它们更像是金融科幻小说中的情节。

用麦道夫自己的话来说，他的基金是“一个巨大的庞氏骗局”，需要从新的受骗者骗取资金来偿还旧的债务。投资者可以随意取款，就像共同基金一样，但麦道夫用新投资者的钱来满足这些提款。其余的资金都消失了。这种状况维持了20多年。然而，在2008年9月金融危机时，投资者开始撤出高达70亿美元的资金，麦道夫不可能拿得出这笔钱，骗局在几天之内就会崩溃。

这种行为——欺骗朋友、导师和慈善机构几十年的能力——从何而来？麦道夫是一个个例，黄金法则[注]的例外？抑或只是我们当中的普通一员，是金融环境进化的产物？为了回答这个问题，我们将简要回顾一下神经科学，并探讨一些关于公平、伦理和道德起源的最新研究。一旦我们对不良行为产生和传播的方式有了更深的理解，金融和适应性市场

假说的联系就会变得显而易见。

---

1. Henriques (2011).
2. Seal (2009).
3. Henriques and Kouwe (2008).
4. 在社会心理学中，有一条关于人际交往的非常重要的法则，被称为“黄金法则”，它的内容就是“你希望别人怎么对待你，你就应该怎样对待别人”。——译者注

最后通牒游戏

在上一章，我们看到了金融危机是如何摧毁全球金融体系的。这场危机虽是一个意外，但显然美国金融业的声誉受到了永久性的破坏。每年8月，盖洛普咨询公司都会对美国人进行一次调查，以评估他们对不同行业的看法。现在可能很难想象，但在金融危机之前，大多数美国人对银行业的态度是认可的。2007年8月，银行业得到了32分，这个数字是根据对银行持肯定态度的人的比例来计算的：正面态度的比例达到令人难以置信的50%，减去持负面情绪的人的18%。这是一个非常积极的评级，就像人们对杂货店的评价一样。㊟

金融危机后，盖洛普问卷调查就得到了完全不同的看法。2009年，银行业遭到唾骂。美国公众对其评级为-23，这种不满似乎已经蔓延到了商业银行之外，包括交易柜台、投资银行，尤其是现在的对冲基金。当我跟一个非经济学家的人说，我研究对冲基金，通常收到的厌恶反应类似于有一次我带一位访问学者去吃巴西烤肉的时候，无人告诉我他吃素。

原因很简单。金融有时违背了我们的道德观和公平竞争。道德是很难定义的，但每一种文化传统都有独特的道德观，而这些道德观念的基础都是信任、公平、合作、互惠、忠诚、诚实、守诺和利他主义等概念。

许多人认为道德是黄金法则：你希望别人怎么对待你，你就应该怎么对待别人（己所不欲，勿施于人）。金融业似乎有它自己的版本：先下手为强。而最近一个关于黄金法则的版本是我的一个风险资本家朋友所说的：拥有黄金的人制定规则。几乎所有人都有一个内在的道德准则，但这很难和经济人的理性相一致。经济人没有道德或伦理的概念。

如果事实证明一套道德或伦理在经济上是有利的，那么经济人将采取它，但最终它只是一个基于个人利益发掘的决定。

经济的理性和道德有什么关系呢？让我先从经济学家的角度来探讨这个问题。经济学家喜欢从策略的角度思考问题。在博弈论中，你面对对手时通常有一个最佳的策略，这自然是对人类行为的敌对性的看法。但敌对性策略是否合乎道德呢？

在我的课上有一个著名的思想实验，叫作“最后通牒游戏”。[注]有两个玩家，我们叫他们爱丽丝和鲍勃。爱丽丝从房子里得到了100美元（这就是为什么我把它作为一个思想实验来运行），但是她必须想出一个她和鲍勃如何瓜分这100美元的机制。如果鲍伯接受爱丽丝的提议，他们两人都会按此分配；如果鲍伯拒绝爱丽丝的提议，他们两个都一无所获。游戏只有一次，没有重复的迭代，不会将玩家声誉信息传递下去。

当我的MBA学生在最后通牒游戏中扮演爱丽丝时，大部分人公平地平分了100美元：每人各50美元。研究人员发现，这是现代工业化国家玩家的一个典型结果。但是我颠覆了这个结果——我扮演爱丽丝，给鲍勃（玩家）1美元，这意味着他得到1美元，我留下99美元。对于那些以前没有玩过这个游戏的学生，绝大多数都拒绝了。从经济学家的角度来看，选择并不在公平或不公平之间，而是在得到某物和一无所获之间，所以玩家们应该乐于接受1美元，因为这是他们本来不会得到的1美元。然而，他们仍然拒绝这个提议。这一结果在世界其他发达国家也是如此：一旦爱丽丝提议为自己留下太多，通常是在80%左右，鲍勃在大多数时候会拒绝这笔交易，最后两人都一无所有。

对于爱丽丝来说，经济上理性的策略是向鲍勃提供100美元里能提供的最低金额；而对鲍勃来说，经济上理性的策略是接受任何东西，只要不是零。但人类的行为并不如此。公平似乎是通过进化的力量进入人

脑的。如果我们认为出价是不公平的，我们就拒绝接受任何东西。

在2003年，当艾伦·桑菲（Alan Sanfey）、詹姆斯·里林（James Rilling）和他们的团队在普林斯顿大学用第3章所述的fMRI技术研究最后通牒游戏时，他们发现不公平的提议触发了前脑岛，这是大脑用来处理痛苦和厌恶感觉的部位，以及与规划执行功能有关的“理性”背外侧前额皮质。注当我们面对不公平的金融环境时，情绪化大脑和理性大脑就会同时被激活。

面对最后通牒游戏时，黑猩猩是如何表现的呢？乍一看，这个最后通牒游戏对黑猩猩来说太困难了，但在2013年，美国佐治亚州立大学的达比·普罗克特（Darby Proctor）、丽贝卡·威廉森（Rebecca A.Williamson）和萨拉·布罗斯南（Sarah F.Brosnan），与美国埃默里大学传奇灵长类动物学家弗朗斯·德瓦尔（Frans de Waal）一起，用一种微妙的方法解决了黑猩猩理解金钱的困难。注实验者训练黑猩猩将代币与不同数量的食物联系起来（使用香蕉切片），让黑猩猩选择它们喜欢的代币。当与一个没有发言权的同伴配对时——实验者称之为独裁者游戏——黑猩猩自然选择了最自私的结果。但在最后通牒游戏中，当与一个积极的参与者配对游戏时，黑猩猩通常会选择更公平的分配方式。

我们甚至开始认识到某些化学物质可以调节大脑的慷慨程度。例如，睾酮在包括智人的许多物种中，经常与支配欲行为相关。因此，我们可能会期望睾酮水平与妥协意愿之间存在某种相关性。行为经济学家、《本能》（*Mean Genes*）作者特里·伯纳姆（Terry Burnham）在雄性被试者参与最后通牒游戏的实验中证实了这个直觉。伯纳姆发现，拒绝低价的被试者睾酮水平较高。注显然，优势雄性不甘安定。

另一个重要的荷尔蒙是催产素，有时被称为“爱情激素”（不要与容易上瘾的止痛药奥施康定混淆）。这种激素最先被发现时，被认为在分娩时会引起子宫收缩，然后作用于刺激妇女释放乳汁的“放松反射”。但

是催产素在男性和女性中都有。它不仅促进了母子之间的联系，而且还有利于恋人、朋友，甚至是陌生人之间的亲密关系。催产素反应似乎是信任的生理基础。

当然，神经科学家和经济学家必须弄清楚催产素是否会带来经济行为的变化。在2007年，保罗·扎克（Paul J.Zak）、安杰拉·斯坦顿（Angela Stanton）和希拉·艾哈迈迪（Sheila Ahmadi）发现，催产素使得年轻男性在最后通牒游戏中增加了80%的慷慨程度。(注)（由于催产素诱发流产的可能性，妇女被排除在研究之外。）扮演爱丽丝的学生几乎完全平分了100美元。催产素使他们几乎完美地共享获利。另一方面，催产素对鲍伯的最低可接受报价没有任何影响。催产素并不能使我们更倾向于接受“不公平”的交易，尽管这比没有好。

---

1. Business and Industry Sector Ratings data available at http://www.gallup.com/poll/12748/business-industry-sector-ratings.aspx.
2. Güth et al.(1982).
3. Sanfey et al.(2003).
4. Proctor et al.(2013)
5. Burnham (2007).
6. Zak et al.(2007).

道德的神经科学

这些发现和其他结果一样，是迈向道德神经科学的第一步。尽管道德规范在人与人之间、文化到文化间都有很大的不同，但在做出道德判断的时候，似乎有先天的机制。当我们实践道德时，我们激活了大脑中的竞争系统：更高的认知，它经过进化用于评价客观的效用；情感，它经过进化用以维持个体的生存。但是在2001年，神经科学家乔书亚·格林（Joshua D.Greene）和他的同事们在普林斯顿大学发现了我们是如何进行道德思考的。利用fMRI成像技术，他们发现，当我们经历客观和情感的道德冲突时，大脑的不同部位都参与其中。注

考虑一个客观的道德困境，道德哲学家称之为“电车困境”。前提很简单：你看到一辆失控的电车沿着轨道行驶，除非它改换轨道，否则它将撞死5个人。你能救5个人的唯一办法就是把电车换到另一条铁轨上，这样会杀死1个人。你该怎么办？大多数人，包括我几乎所有的学生，都说最好以牺牲那1个人为代价来救那5个人。当格林和他的同事们向他们的测试者提出这种类型的道德难题时，他们发现了类似的反应，并且发现背外侧前额皮质部分在做这一决定时被激活了，我们从第4章知道这与高级认知功能有关。

现在考虑一个与此密切相关的情景，哲学家称之为“人行桥困境”：一辆失控的电车沿着轨道行驶，它将杀死5个人。但在这种情况下，你站在一个行人天桥上，身旁是一个陌生人。你可以停下失控的电车，并拯救这5个人——但必须把这个陌生人从桥上推到铁轨上。

这突然成了一个更加情感化的困境。你是否会把一个完全的陌生人推到下面的铁轨上去救那5个人？大多数人，包括我的大多数学生，都不会，即使从严格理性的数学角度来看，这两个是同样的问题。除了在

第二个困境中，你自己杀了那个陌生人。在这种情况下，fMRI成像研究显示不同的脑区被激活了——因为涉及情感反应，与背外侧前额皮质冲突了。我们似乎已经进化出一种机制，让情感化的大脑在道德困境中有个人情感的联系，从而凌驾于理性功利的大脑之上。

但是，大脑如何判断什么是或者不是情感化的道德困境呢？格林认为这可以归结为一句简单的话："我伤害了你。"[注]"伤害"意味着这种行为是一种具体的、原始的损伤。胃部穿孔是"伤害"，但扳开关不是。"你"是指受害者是另外一个人，不是某群体中的一个不知身份的成员或是抽象的一员。最后，"我"意味着你是行动的直接发出者。你没有脱离这个情境，你是这个情境的演员，而不是编剧。

"我伤害了你"的故事——以及相伴随的道德推理——可能在早期人类社会高度社会化的结构中产生并发展。我们在一个本能的、原始的水平能理解"我伤害了你"。我的行为会直接导致这个个体的身体伤害吗？他们的直接行动会给我带来身体上的伤害吗？"我伤害了你"是识别和消除社会威胁的关键。当我们的大脑变得复杂到足以处理更抽象的道德困境时，它们仍然用"我伤害了你"的故事来处理个人的困境。换言之，我们道德意识的深层机制是进化性的适应。

我们再回到适应性市场假说。为什么我们这么多人认为现代金融在金融危机之后是不道德的，但我们以前很少这么认为呢？简单的答案是"我伤害了你"，甚至连学龄前儿童和黑猩猩都能理解什么是不够慷慨。只要金融业看上去慷慨大方——在涨潮时，所有的船同时升起——我们就忽视了它的缺点。然而一旦危机来袭，同样的"理性"行为开始显得既小气，也伤害了我们的情感。威胁收回房产带来的精神上的痛苦比在肚子上来一拳带来的身体上的疼痛要大得多。

我们的道德感是对过去环境的一种适应：过去的历史、文化和生命科学。这些适应使合作和集体智慧成为可能，并最终提高繁殖成功率。

我们的道德会随着时代的变化而变化，但核心的公平感在几百万年前就在我们的大脑中根深蒂固。另一方面，我们的现代金融环境只有几个世纪的历史。对我们来说，在经济上看似“理性”的东西在非常基本的人类层面上可能是不公平的。有没有什么办法调和这两种对立的力量呢？

---

1. Greene et al.(2001).
2. Greene et al.(2004).

金融是公平的吗

2009年，一个来自美国北卡罗来纳州的妇女将她收藏的玉器拿给流行的公共电视节目《古董路演》（*Antiques Roadshow*）专家鉴定。这件玉器是由她的父亲在20世纪30—40年代在中国担任军方联络人时购买的。她惊讶地发现，她的藏品是18世纪清朝的乾隆碧玉，保守估计价值在70万~107万美元。

现在，有时会有一些伟大的艺术品在清仓拍卖中的出售价格只是其实际价值的一小部分。我们可以用这个例子来测试我们的个人公平指数。让我们假设爱丽丝从鲍勃那里买了500美元的玉器收藏。购买后，爱丽丝发现它价值107万美元。爱丽丝保留这笔钱是合乎道德的吗？她应该与鲍勃分享这笔钱吗？她应该把玉器收藏品还给他吗？

当我在课堂上提出这个两难问题时，我的许多学生建议她可能要赔偿鲍勃，而不是全额107万美元，但应该是一个很大的数额，比如说1万美元。这些学生都是斯隆商学院的MBA学生，学习如何在商业上取得成功。即便如此，他们的“我伤害了你”的道德感也被这个假想的困境所激活。爱丽丝和鲍勃产生了情感上的关联，她把他看作一个个体，她的行为直接影响了他。自然地，他们希望通过给鲍勃一笔可观的款项来减轻这种伤害。

然后，我让困境变得稍微复杂一些。如果爱丽丝做了一些关于玉器历史的研究，使得她在购买前对这块玉的真实价值有一些了解，会怎样呢？爱丽丝有义务向鲍勃首先透露研究结果吗？这改变了交易的性质，远离“我伤害了你”，即使本质上的交易仍然是一样的。

现在考虑第二个例子，我们将情境反转。现在爱丽丝花了107万美元从鲍勃那里购买了这件有光泽的乾隆碧玉收藏品，此后不久，它的价

值降到了500美元，因为考古学家发现了大量类似的收藏品。鲍勃把钱留下是道德的吗？尽管这种情况似乎是我们第一个例子的对称镜像，但很少有人认为鲍勃应该归还这笔钱，甚至不必给爱丽丝一笔象征性的款项。这是因为我们对“我伤害了你”的道德感并不完全适用。相反，这似乎是一个自我伤害或运气使然的例子。

现在，假设鲍勃预言市场会崩溃，但他很坦诚地告诉爱丽丝他无法证实这件乾隆玉器的稀有性，爱丽丝还是选择了买下它。很少有人会认为爱丽丝会因为她的决定而得到任何补偿。但是让我们把这个困境复杂化一点，假设鲍勃知道新的考古发现，但把这些信息隐瞒起来，那么买者自负的道德观念还适用吗？

我们知道，它不适用于蓄意歪曲的情况。鲍勃可能因诈骗入狱，因为他明知故犯，出售廉价仿冒的古董。但是关于私人信息的供求，鲍勃以极大的成本和个人的努力获得了什么呢？他一直在隐瞒爱丽丝，以获得最好的价格？如果你开始感到有点不安，那是因为你的道德感让你的情感大脑和你的高级认知功能之间发生了冲突。

现在，让我们暂时改变一下背景，看看房地产行业。在2010年，加利福尼亚州的一个传教士哈罗德·康平（Harold Camping）预言“极乐”——《新约》中说上帝的子民将升到天堂——将发生在2011年5月21日，[注]许多康平的追随者卖掉了他们的财物，并辞去了工作，为“极乐”降临做准备，但当那一天什么也没有发生时他们倍感失望。

假设约翰·多伊是一个康平的追随者，并想卖掉他50万美元的房子来警告那些不相信的人。多伊是一个有动机的卖家，他愿意以40万美元的价格把他的房子卖给你，这样他就可以周游全国，在他的面包车上传播福音。你以40万美元的价格买下多伊的房子是合乎道德的吗？在交易中，你是否有义务“教育”对方？我们知道，“极乐”不会发生，但从多伊的角度来看，他40万美元的房子将在5月21日后对他是毫无用处的。你

在5月21日之前买房子是合乎道德的吗？你在道义上有义务在第二天取消交易吗？

这个例子并没有远离金融领域。许多投资者都有一种近乎宗教性的信念，即资产价格会因被预见到的事件而急剧上升或下降。在正常情况下，如果故事是有瑕疵的，寓言中的“极乐”没有如期发生，他们的交易对手会不假思索地拿走他们的钱。我们可能会对约翰·多伊的特殊情况感到道德上的不安，但那是因为我们的例子使他变得有血有肉。他拥有了名字和动机，他已经变成了一个“你”。

现在让我们考虑一个金融的情境。假设你是一家大型投资银行的抵押担保债券部门的负责人。你基于你的自有模型发行的抵押债务很可能会违约，但你的潜在买家不相信，他们渴望投资。作为这些工具的经纪人，把它们卖给这些投资者是否合乎道德？你有义务透露你的自有模型吗？这些模型是由公司用数百万美元的价格高薪聘请来的数十位训练有素的金融分析师耗费大量时间来研究，最终开发而成的。透露这一信息将会使你的竞争者去模仿你的业务。自营交易实际上是一种零和游戏，你的收益是别人的损失。那么这种行为是不道德的吗？这里不会有“水涨船高”。所有的一切都是“我赢了，你输了”。最后，你的所谓“公司责任”何去何从呢？我们的道德感在这里还有可说的吗？

这些例子表明，我们对公平的道德感并没有完全适应现代金融的世界。事实上，在适应性市场假说下，如果能适应才奇怪了。金融市场仅仅出现了几千年的时间，只是人类进化史上的一瞬。为了弥补这一缺陷，我们以像思维一样快速的进化来创造如风俗习惯、法规法律这样的道德感替代品，并将其应用于我们的金融交易中。我们需要法律的原因就是为了防止我们做那些感觉起来很好但其实是错误的事情——这在金融行业尤为重要，如同我们在第3章当中所讨论到的，在这个行业当中金钱的诱惑会像可卡因一样冲到伏隔核，它很有可能会压倒前额皮质的理性反应。面对潜在的利益，我们很容易创造出一个内在的机制来

为“我伤害了你”作辩护。我们以快速的进化来创造出另一层次的控制机制，以防我们的大脑前额皮质被贪婪或恐惧压倒。

尽管有这种诱惑的存在，绝大多数的金融交易都是值得信赖的。金融体系已经形成了信任的“良性循环”，使得数百万美元的协议能够在毫秒内完成。2010年6月25日，纽约证券交易所成交了44.7亿股，确实是一个在单天交易中惊人的数量。[注]这里的关键就在于信任，在达到这样的高度后就自我驱动了。我们的基本金融交易是可依赖的、可靠的和可预测的。金融稳定就建立在这一水平的信心和信任之上。

然而，任何高度信任的系统都有被滥用的可能。对信任的依赖会带来系统性风险的发生。适应性市场假说告诉我们，市场参与者将适应市场条件，但并非所有的适应都是良性的。我们可以以生物学上的处女地流行病做一个类比，即当一个种群遇到一种新的疾病时，是没有抵抗能力的，就像在16世纪欧洲人到达美洲时传染给美洲土著人民的天花一样。近年来，金融系统已经受到各种各样的欺诈行为的不良影响：无论是像麦道夫丑闻案一样无耻，还是如美国信孚银行对宝洁公司的故意虚假陈述（目前仍处于诉讼状态的金融危机相关案件），或者如伦敦银行同业拆借利率中令人难以置信的操纵，后者可能成为历史上最大的金融骗局。

那么，如果我们“信任，但验证”会发生什么？考虑一个听起来应该相当熟悉的场景。一个机构从信任它的投资者手中获取资金，并声称使用它来进行投资。它允许投资者随时撤回他们的资金，但实际上，它使用新的投资者资金来满足他们的提款。在纸面上，随着时间的推移，它显示出稳定的回报——甚至还宣传它的回报率。这种情形是可持续的，除非每个人都想立刻兑现，那么在这种情况下就露馅了。

这是另一个庞氏骗局吗？不，这是银行的部分准备金制度，是世界各地银行的标准操作程序。银行通常只保留很少的存款，其余的用于投

资——传统上，向其他银行客户发放贷款。这里有滥用的可能吗？当然。美国早期的历史充斥着“野猫银行”[注]的故事，这些银行比麦道夫的财富管理基金更不负责任地运作。但随着时间的推移，我们已经改变了银行部分准备金的制度，再一次地，以思想的速度演变——使它更好地适应我们的金融环境：D监管条款的准备金要求，由美国联邦存款保险公司提供的存款保险和美联储扮演最后贷款人的政策。

如果我们能把一些容易出现庞氏骗局式的失败和欺诈的东西调整适应以达到有用的目的，我们能把金融系统变成一个不仅对投资者有利，而且对整个社会有益的机制吗？我们能使金融适应我们的公平理念吗？

---

1. Berton (2010).

2. Data from NYSE,http://www.nyxdata.com/nysedata/asp/factbook/viewer_edition.asp?mode=table&key=3294&category=3,accessed September 10,2016.

3. 野猫银行，美国俚语，指在偏远地区开设的银行，以逃避客户用该银行发行的银行券兑换法币，以赚取不当利益。——编者注

金融和戈登·盖柯效应

对于金融中公平的思考，部分挑战来自文化。我们通常不会问一个市场交易公正与否，只要两个达成一致意见的成年人同意交换，这似乎就是公平的。但理性经济人的文化有时会走向极端，作为一个在电影史上最著名的台词之一："贪婪是好的。"其实，这是对迈克尔·道格拉斯（Michael Douglas）在1987年的电影《华尔街》（*Wall Street*）中的实际台词的略微改编，道格拉斯饰演的是一个卑鄙而富有魅力的金融家戈登·盖柯（Gordon Gekko）。"女士们，先生们，关键在于贪婪，没有一个更好的字眼了，这是好的。"道格拉斯的表现是令人兴奋的，人们可能希望一般的公司会议也是这样富有戏剧性的。数以百万计的人看到了华尔街盖柯的话，转化为易于传播的方式，成为流行文化的一部分。电影剧本成了一种文化现象，尤其是在商学院校园。一位当时在业内刚起步的如今是资深银行家的人士回忆说，这部电影"激励了一代又一代金融界人士去模仿"。突然，交易大厅里出现了吊带裤、大背头和《孙子兵法》（盖柯最喜欢的书）。(注)

然而，真正令人震惊和讽刺的是，盖柯本来并不是华尔街的英雄。事实上，他是个恶棍。如果"我伤害了你"是一个基本的人类特质，那么为什么会有人被这部电影激励去追求金融业的职业生涯呢？

答案在于文化。人类学家对文化的精确定义进行了比较，但他们都同意文化是由人传给人的，而不是天生的。从适应性市场假说的角度来看，这意味着文化也在进化，像生物物种或精神的故事一样不断变异、选择和复制。事实上，我们可以把文化看作一系列相互关联的故事，通过世代传递，并随着人类环境的变化而变化。

盖柯的性格，尽管在奥利弗·斯通（Oliver Stone）的道德剧中是反

派人物形象，却具有我们的文化认为重要的特质：富有、有手段、有魅力、强大。那些渴望这些特质的人可能会试图模仿盖柯的行为，在现实生活中许多人都是如此，正如电影《华尔街》中名义上的英雄巴德·福克斯（Bud Fox）在电影中所做的那样。通过一些电影制片人的艺术技巧，我们几乎可以透过荧幕感觉到盖柯的存在。他的角色是伟大的，正如伟大的德国社会学家马克斯·韦伯（Max Weber）所形容的那样，是一个有魅力的权威，具有难以捉摸的素质，使人们跟随他，视其为榜样。从适应性的角度来看，盖柯的角色就像是一种高度传染性的病毒，或者是一首朗朗上口让你无法摆脱的曲子。他提供了一个令人信服的故事。

早在《华尔街》上映之前，社会心理学家就研究了文化在几种病态环境中的作用，并得出了一些令人震惊的结论：文化是普通人犯下极端残忍和邪恶行为的因素。1961年，在耶鲁大学心理学家斯坦利·米尔格拉姆（Stanley Milgram）的臭名昭著的服从权威的实验中，志愿者对人类实验对象给予他们所认为的“高压电击”——被电击的对象其实是一个花钱雇来的演员，在适当的时候痛苦尖叫——仅仅因为一个身穿白大褂的临时权威人物要求继续进行实验。[注]在实验中，实验人员提出的建议“你没有其他选择，你必须继续”是最有力的。如果志愿者在这个建议之后仍然拒绝继续电击，实验就会停止。最终，40个被试中有26人对他们的同胞进行了他们认为是危险的，也许是致命的450伏特的高压电击，即使他们都表达了对命令的口头怀疑，许多人也表现出明显的生理压力：有三个人甚至近乎癫痫发作。一个商人志愿者“抽搐、口吃，濒临神经崩溃……然而，他继续回应实验者的每一句话，并服从到最后”。

如果你从来没看过这个实验的视频剪辑，那么非常值得观看，[注]但一次就够了。我发现它令人深感不安，主要是因为其绝对的普通。起初，这种黑白相间的视频看起来像是另一种无聊的心理学实验，测试者坐在桌上扳动开关，还有一个拿着剪贴板的实验者站在附近。但当我看到测试者虽然知道会给那个房间里花钱雇来的演员带来越来越大的痛苦

但仍然持续施加电击时，演员痛苦地哭喊着回应那些虚假的冲击，我不寒而栗。慢慢地，我开始明白我目睹的——在纳粹集中营里发生的暴行的假想重演，测试者不想做这事并试图停止，但被下令继续。我想我再也不会以同样的方式来看待文化了。

更臭名昭著的是斯坦福监狱实验，1971年由斯坦福大学心理学家菲利普·津巴多（Philip Zimbardo）进行。在斯坦福心理学系的地下室进行的为期两个星期的实验中，津巴多随机指派志愿者分别担任看守和囚犯。[注]在实验开始后，“看守”开始用非人性的方式来对待“囚犯”，施加口头骚扰、强迫运动、操纵睡眠条件、操纵浴室特权（有些是很恶心的），以及用裸体来羞辱“囚犯”。扮演监狱长的津巴多在他未来的妻子克里斯蒂娜·马斯莱奇（Christina Maslach）的敦促下，仅6天后就终止了这个实验，克里斯蒂娜当时是作为实验局外人来对志愿者进行采访的。

津巴多称这种现象为“路西法效应”，这一引用来自上帝最喜爱的那位天使最终变成了撒旦。当好人处于不好的环境中时，也会变得非常邪恶。尤其不容乐观的是，在米尔格拉姆和津巴多的实验中，并没有给出任何足够重大的金钱激励来让被试做出这样的表现（米尔格拉姆每小时支付给他的被试4美元，再加上0.5美元的车费，相当于现在的约36美元；津巴多每天支付给他的被试15美元，相当于现在的约90美元）。

想象一下，你被要求参与一个可疑的金融行动中——这一行动并不像之前进行电击一样的痛苦——为了让你这样做，西装革履的总经理或副总给了你极其丰厚的报酬，如几百万美元的年终奖金。在路西法效应之下，环境和文化会如何引诱有同情心的、遵循道德的人向对此毫不知情的客户做应受谴责的事情就不难理解了。这就是“盖柯效应”。

文化只解释了一部分，并不是每一个特定文化中的人都认同这种文化里面的所有价值观。即使在最严格的文化中，个人之间也存在差异。同时，我们固有的道德情感也会受到影响。考虑到神经生理学在人类道

德中起到的巨大影响，人们可以简单地通过神经变异来改变他们天生的道德指南针，例如，由于早期大脑发育中微小的随机差异，即使是具有相同基因组和相同教养的同卵双胞胎，也会在某些方面有着明显差异，尽管他们有着相似的外表。考虑到人类历史和史前史文化环境的变化，这些变异会持续存在，从而避免了面对系统性风险时单一文化的表象，这从适应的角度来看是合理的。

社会心理学家乔纳森·海特（Jonathan Haidt）最近记录了5种先天的道德维度，其重要性因人而异：关心与伤害、公平与欺骗、忠诚与背叛、权威与颠覆、单纯与堕落。[注]一个人可能会觉得公平处理比服从权威更为重要，而另一个人可能会持相反的观点。海特的工作仍在进行，但对于某些道德层面（例如，公平与欺骗），已经存在了潜在的神经解释。目前，研究的关键在于变异，这一点一再得到证实。

这些变异如何与文化互动？如果海特提出的先天的道德特质与文化没有相互作用，那么人们从一个自主选择加入的群体——不同球队的球迷、大学专业、政党——中抽样时，应该与同一类群体中抽样时有相同的变异。然而，如果这些特征在群体间的分布不同时，人们可以得出这样的结论：这些特征在某种程度上影响了个人选择加入哪个群体。

海特和他的同事们发现，这些与生俱来的道德特质并没有均匀分布在美国的政治版图上，但实际上有一些与政治信仰有关的系统模式。[注]自认为是自由派的人认为，关心与伤害、公平与欺骗的问题几乎总是与道德决定有关。而其他三个道德基础，海特发现，忠诚与背叛、权威与颠覆、单纯与堕落对自由主义者来说不那么重要。然而，自认为是保守派的人认为，所有5个道德基础都同等重要，尽管没有一个对他们来说像公平与欺骗或关心与伤害对自由派那么重要。这些天生的特点使人们倾向于把自己分成不同的政治派别。

在各行各业中看到这种分类并不需要太多的想象力。一个相信公平

是最高道德价值的人，会选择一个可以发挥这种价值的职业，也许是作为一个公共辩护人、一个贫困儿童的教师，或者一个体育裁判。那些持有相反价值观的人，可能会发现自己被法律的检察部门盯上，或者是压力巨大的销售，或者是盖柯所模仿表演的掠夺性金融人员。当然，并非所有这些职业中的每个人都拥有这些价值观，但拥有这些价值观的人可能会发现相比其他人更能认同这种职业，因此，他们中将有更多人从事这一职业。

适应性市场假说意味着，文化不仅仅是其成员倾向的天生结果。相反，它的成员在高度特定的环境中相互影响。这些特定的环境塑造了一种文化，文化反过来又塑造了一种环境。

---

1. Guerrera (2010).
2. Milgram (1963).
3. See,for example,https://www.youtube.com/watch?v=Kzd6Ew3TraA,accessed January 17,2017.
4. Haney,Banks,and Zimbardo (1973a;1973b).
5. Haidt（2007）.在最近的创作中，海德特加入了第6个维度：自由与压迫。
6. Graham et al.(2009).

监管文化

文化适应性的相关性并不是孤立于商业世界的。麦道夫骗局的瓦解为监管者的一些文化偏见提供了难得的一瞥，这些偏见是金融领域的一个重要特征。

2008年12月11日，麦道夫的儿子将他交给联邦调查局的第二天，SEC正式指控麦道夫进行证券欺诈。司法力量是迅速而果断的。2009年3月12日，麦道夫对所有指控认罪。2009年6月29日，在曼哈顿的联邦地区法院，麦道夫被判处有期徒刑150年，这是他所犯罪行的最高刑期。这个监管行动似乎不过是普通的立案和结案。

尽管司法的行动迅速，SEC内部调查办公室却发现SEC并不如此。调查了解到，SEC已经收到了6个针对麦道夫的对冲基金业务的“红色警告”投诉，可追溯到1992年，以及SEC早在2001年就已经从贸易和金融新闻发布会上的两篇著名的文章知悉对于麦道夫异常稳定回报的质疑。

SEC的文化如何处理这些申诉的案例是有趣的。独立调查员哈里·马科波洛斯（Harry Markopolos）向SEC提交了关于麦道夫表现最早的分析性投诉。马科波洛斯原本是兰帕特投资公司的投资经理，他发现如果在没有一些荒诞假设的前提下无法复制麦道夫的回报。马科波洛斯几次向SEC提交了他的发现：2000年，通过波士顿办事处，然而这次来信从未被SEC的NERO（东北地区办事处）记录；2001年，东北地区办事处在进行一天的分析后决定不继续调查；2005年，下文详述；2007年，通过邮件进行了重要的跟进，但这次办公室调查报告跟进“被忽视”了；2008年4月，一个重要发现因不正确的电子邮件地址而未能发送成功。

两起类似的分析分别直接和间接地引起了SEC的注意。2003年5月，一位不愿透露姓名的对冲基金经理帮助OCIE（合规检查委员会办公室）进行了独立分析。2003年11月，文艺复兴科技公司（第7章中提到过的由詹姆斯·西蒙斯创立的量化对冲基金）高层管理人员开始担心，麦道夫的回报是“极不寻常的”“看上去不合情理的”。2004年4月，文艺复兴科技公司的反映在一次例行检查中被东北地区办事处标记为“需要引起注意”。

OCIE和NERO分别对麦道夫进行了一次独立的检查。两个检查之间互不相知，直到麦道夫亲自告诉检查人员。（OCIE没有使用SEC的跟踪系统，更新其检查状态；然而，NERO干脆没有核查系统，所以是否更新毫无意义。）OCIE把悬而未决的检查文件移交给NERO，但并没有与他们进一步沟通此案。虽然NERO检查人员仍对麦道夫的行为有重要的疑问，但他们由于时间的限制关闭了检查，这可以归因于办公室文化。“对现场工作没有硬性规定，但是……现场工作不能无限期地进行，因为人们有时凭直觉办事。”NERO的一位助理主任后来作证说。

马科波洛斯2005年发到NERO的投诉得到了SEC波士顿办公室的强力背书。然而，对麦道夫毫无结果的早期检查导致了NERO的调查人员对马科波洛斯的投诉产生了偏见。调查人员迅速对马科波洛斯对于麦道夫在进行一场庞氏骗局的想法有所怀疑。参与调查的一位律师在调查初期写道，“没有任何确凿的理由怀疑有欺骗行为……我们只是怀疑披露上有问题”（原文强调指出）。调查办公室在其判决的措辞是严厉的：“由于最初调查不力，执法人员从来没有对马科波洛斯所声称的麦道夫是在经营一个庞氏骗局，真正进行过充分和彻底的调查。”

我所简述的麦道夫基金的崩溃，只是导致SEC内部文化受到审视的众多事件之一。美国政府问责局在2012—2013年对SEC进行的广泛研究发现，整个组织文化中存在系统性问题：

基于对SEC雇员的意见以及此前美国政府问责局、SEC和第三方的研究，美国政府问责局认为，SEC的组织文化不是建设性的，可能妨碍其有效履行使命的能力。具有建设性文化的组织更有效，员工对任务重点也表现出更强的承诺。在描述SEC的文化时，许多现任和前任SEC员工都提到了士气低落、对管理的不信任以及组织的条块分割、等级森严和规避风险的情况。根据人事管理办公室的联邦雇员调查，SEC目前在22个类似规模的联邦机构员工的满意度和组织承诺中排名第19。美国政府问责局过去关于管理成效的工作表明，一个有效的人事管理系统将是改变SEC组织文化的关键。(注)

显然，SEC的等级文化恶化成了“孤岛”文化，阻止信息从一个部门流至另外一个部门，以及管理层和员工之间的信息流通受阻。(注)员工士气低落，但管理层认为团队成员精神尚佳。(注)SEC的文化已经厌恶风险，并且随着时间的推移变得更加严重。大多数工作人员和高级官员都明确表示，这是由于对公众丑闻的恐惧。一些员工匿名报道称，“领导一直不敢结案或做出决定，因为高层想要降低他们未来被批评的可能性”(注)。

最后，美国政府问责局提出了7条具体改变SEC文化的建议，包括改善内部部门和外部机构之间的沟通——预计这将防止未来类似案件的遗漏——以及人员管理的变化，以便更好地协调工作绩效、薪酬和晋升之间的关系。SEC同意所有7条建议。从那时起，它在解决每个问题上都取得了重大的进展。(注)

---

1. SEC Office of Investigations (2009,1).
2. Ibid.,21–22,Ocrant (2001),Arvedlund (2001).
3. SEC Office of Investigations (2009,61–67).
4. Ibid.,67–74.
5. Ibid.,61,354.

6. Ibid.,361–363.
7. Ibid.,77–80.
8. Ibid.,145–149.
9. Ibid.,195–197.
10. Ibid.,136–138.
11. Ibid.,223.
12. Ibid.,240–244.
13. Ibid.,255–259.
14. Ibid.,266–268.
15. Ibid.,368.
16. GAO (2013).
17. Ibid.,33–38.
18. Ibid.,11.
19. Ibid.,16–17.
20. SEC (2014,132).这些变化似乎正在产生影响。根据美国政府问责局援引的报告所述，SEC在人事管理全球满意度指数上的得分从2012年的59分提高到了2014年的65分（Office of Personnel Management，2014）。相比之下，2014年工作满意度最高的机构是美国国家航空航天局（74分），最低的机构是美国国土安全部（48分），政府总体得分为59分。

又是环境

SEC对麦道夫骗局的应对表明，如果相对应的火灾警报足够响亮，即使是官僚的监管文化也可以改变未到来的灾难。但是，适应性市场的观点提醒我们，文化和环境之间存在着重要的相互作用，在某些情况下会加强不良行为的发生。

金融文化也是如此。苏黎世大学的阿兰·科恩（Alain Cohn）、厄恩斯特·费尔（Ernst Fehr）和米歇尔·安德烈·马雷夏尔（Michel André Maréchal）在一次引人注目的实验中记录了语境对金融文化的影响。[注]他们从一家大型国际银行招聘了128人，要求他们完成一个简单掷硬币的练习，测量他们的诚实度：他们报告的结果会影响自己是否会收到现金奖励。在这项练习之前，这些受试者被分成两组。在一组中，参与者被问了7个有关银行工作的问题，另外一组的人被问到7个与银行无关的问题。研究人员希望在这项工作之前，把银行业的文化标准运用到手头的工作上。

科恩、费尔和马雷夏尔发现，前一组的银行雇员的行为表现比后一组更不诚实，而后一组的诚实程度与非行业的参与者相同。显然，仅仅通过银行业的一些问题来改变实验的背景，就导致这些雇员改变了他们的行为，变得更加不诚实。研究人员得出结论，“银行业盛行的商业文化削弱和破坏了诚实规范，这意味着重新建立一个诚实的文化是非常重要的”[注]。

但是请记住，这些都是群体行为。天生的变异，被称为“性格”可能有点过时，但可能决定了个人受语境影响的程度。瑞士研究人员拉伊娜·吉布森（Rajna Gibson）、卡门·坦纳（Carmen Tanner）和亚历山大·瓦格纳（Alexander F.Wagner）已经发现，即使在那些诚实的行为已经被

社会情境规范排斥的群体文化中，对诚实有强烈内在偏好的人也会抵制低劣规范，甚至能够在改变了的环境中形成良好规范的核心。㊟

环境状况能够影响整个金融文化。你是否时常觉得华尔街经历了一系列的丑闻和骗局？如果是这样，你并没有弄错，最近两次关于欺诈的实证研究为这一观点提供了支持。近日，亚力山大·迪克（I.J.Alexander Dyck）、阿代尔·莫尔斯（Adair Morse）和路易吉·津加莱斯（Luigi Zingales）通过1996—2004年证券类诉讼案件来估计美国上市公司的欺诈行为，这些公司至少有7.5亿美元的总市值。㊟企业欺诈有多普遍呢？随着股市上涨，他们记录了越来越多的欺诈行为，而在2001—2002年互联网泡沫破灭之后，这一数字最终下降了（见图10.3）。这种现象表明，涨潮会使欺诈活动成为一种更可接受的企业冒险行为，但船沉时一切就不同了。

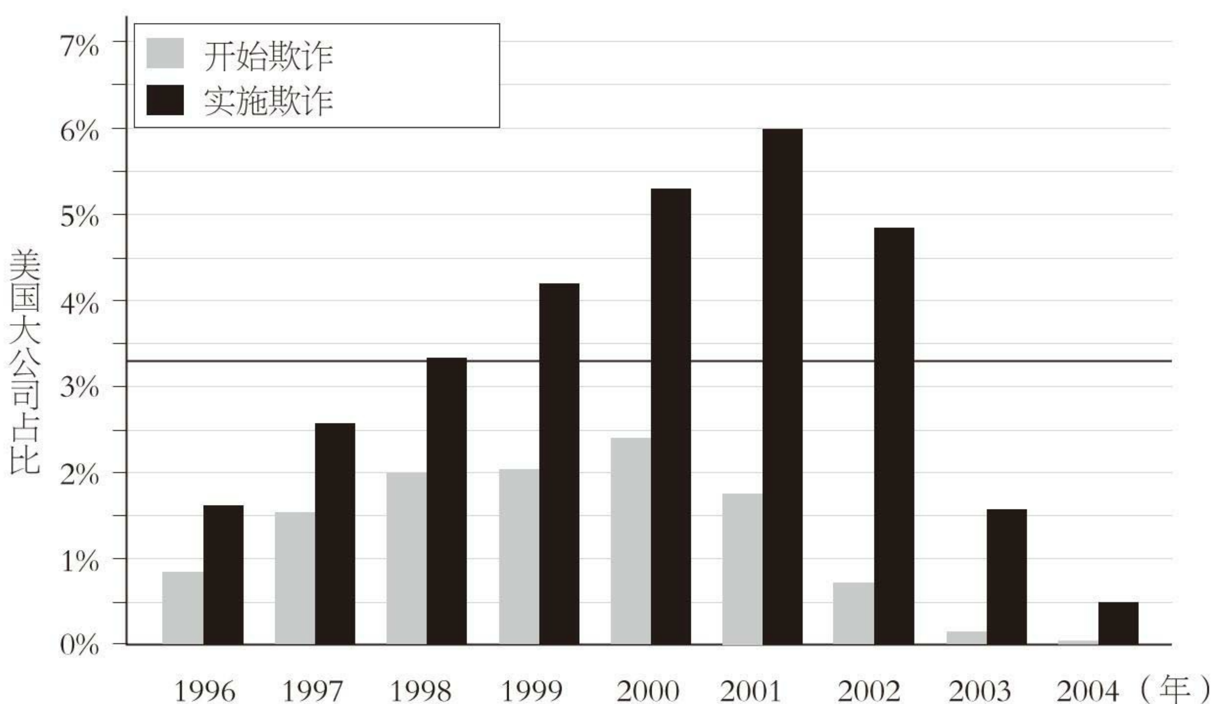


图10.3 1996—2004年间估计大型公司中开始欺诈行为的比例

来源：Dyck,Morse, and Zingales（2013,Figure 1）

对于麦道夫的庞氏骗局呢？研究人员斯蒂芬·迪森（Stephen Deason）、史瓦拉姆·拉贾戈帕尔（Shivaram Rajgopal）和格雷戈里·韦麦尔（Gregory B.Waymire）发现了数起在1988—2012年由SEC起诉的庞氏骗局之间的非常相似的模式（见图10.4）。在20世纪90年代末的牛市中，骗局数量出现了一个上升趋势，而2001—2002年的互联网泡沫破灭后，随着市场的攀升，骗局数量出现了又一次上涨。金融危机后，2008—2009年，随后的股市下跌导致了类似庞氏骗局的数量急剧下降。㊟实际上，迪森、拉贾戈帕尔和韦麦尔估计标准普尔500季度回报率和SEC起诉的类似庞氏骗局的数量之间存在47.9%的相关性。

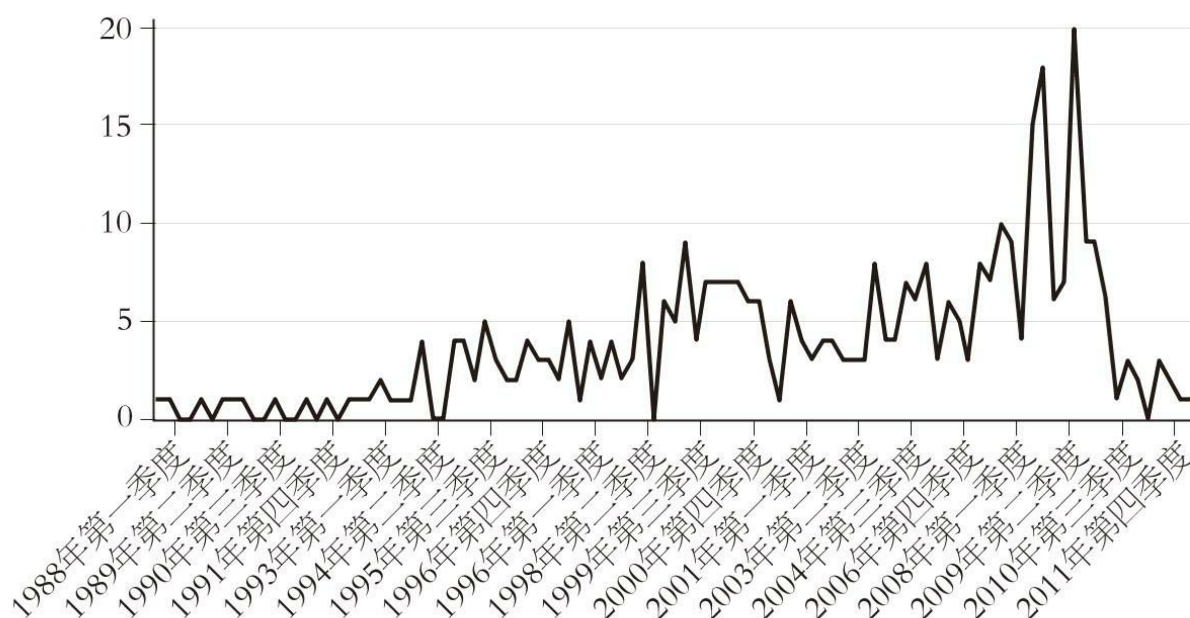


图10.4 1988—2012年间每个季度SEC起诉庞氏骗局的频数

来源：Deason,Rajgopal,and Wauymire（2015,Figure 1）

为什么庞氏骗局在经济繁荣时期，而不是在经济萧条时期如此受欢迎呢？如果人们正常情况下希望在逆境中做得更好，相反的情况难道不会出现吗？迪森、拉贾戈帕尔和韦麦尔注意到，庞氏骗局很难在下跌的市场中维持，正如我们与麦道夫所看到的那样。而且，泡沫破灭后，SEC的执行预算往往会增加，而政客和公众可能对执行的要求更高。他们还证实，当犯罪者和受害者之间存在某种相似性时，如具有共同的宗

教背景或族群中的共同成员，或者当受害者群体倾向于对他人（如老人）更加信任时，庞氏骗局更有可能发生，这提醒我们，文化可以被恶意利用。

这两项研究证实了你可能已经知道的：文化是环境的产物，随着环境的变化，文化也会改变。适应性市场假说告诉我们，这些变化将发生在环境变化的适应过程中，并以思维的速度进化。因此，如果我们想改变金融文化，我们首先必须了解随着时间和环境的变化而形成的更广泛的环境力量。我们需要所有适应性框架的工具——由心理学、进化论和神经科学提供的知识，通过实证测量来进行量化——从实践的角度理解我们需要怎样面对文化。

---

1. Cohn,Fehr,and Maréchal (2014).
2. Ibid.,86.
3. Gibson,Tanner,and Wagner (2016).
4. Dyck,Morse,and Zingales (2013).
5. Deason,Rajgopal,and Waymire (2015).

摩尔定律与墨菲定律

如果文化和行为是金融不良现象的罪魁祸首，那么在许多最近的金融病症中，技术必须被视为关键的帮凶。过去10年参与金融市场的所有人都目睹了新技术对投资行业的彻底变革。在计算、电信、数据存储、贸易执行到订单处理、会计和投资组合管理软件方面的进步大大提高了效率，降低了整个交易过程中的成本。金融技术的这种演变可以直接归因于摩尔定律。

在1965年——也就是创立英特尔的三年前，现在世界上最大的半导体芯片制造商的创始人——戈登·摩尔（Gordon Moore）在《电子杂志》（*Electronics Magazine*）上发表了一篇文章，他观察到，可以放在芯片上的晶体管数量似乎每年在加倍增长。这一观察结果导致摩尔推算出一个稳定的、有潜力的增长数量：从1965年的每个芯片的60个晶体管到1975年的6万个晶体管。这个数字在当时似乎是荒谬的，但它在10年后就如期实现了。后来摩尔定律被修改为每两年增加一倍，这是过去40年间半导体行业增长一直非常准确的一个预测。

随着计算机变得更快、更便宜、更好、更自动化地执行各种任务，金融机构已经能够极大地提升其服务的规模和复杂程度。自动化操作、算法运用，以及网上交易、手机银行、密码货币（如比特币）、众筹、智能投顾（机器人理财）的出现，都是摩尔定律的结果。

技术创新一直与金融创新紧密相连，这是一个共同进化的过程，其中一个领域的适应性影响了另一个领域的创新。新的冲压和印刷程序，用来防止硬币复制、伪造和其他形式的金融欺诈，直接导致了现代纸币和铸币制度。电报的发明引发了横跨大陆的通信革命，推动了19世纪芝加哥现代期货市场的建立。改进的股票磁带机——一个多世纪以来华尔

街的象征——给托马斯·爱迪生带来第一桶金。

技术和金融之间的共生关系加速了金融市场的步伐，超越了人类的能力。一个很好的例子来自期权市场。美国芝加哥期权交易所，作为技术与金融结合的先驱，在费希尔·布莱克、迈伦·斯科尔斯和罗伯特·默顿1973年发表期权定价的基础性论文之前开市。注然而，如果金融专业人士没有掌握和应用布莱克–斯科尔斯–默顿期权定价模型的简单方法，芝加哥期权交易所的期货交易不可能飞速增长，因为这要求对指数函数和对数函数的精确使用。如果你超过50岁，你可能还记得中学数学课本后面有关对数的长长表格。想象一下如果在芝加哥交易大厅也需要查看这些数据。幸运的是，1975年德州仪器公司推出了第一个可编程手持计算器SR–52，它能够处理布莱克–斯科尔斯–默顿期权定价模型的对数和指数函数。

售价为395美元（约合2016年的1767美元）的SR–52是一个技术奇迹。它可以将多达224个输入键的程序通过一个电动槽的薄磁条存储在计算器中。当然，今天的恒温器的计算能力都比这个强了。在SR–52首次亮相后不久，芝加哥期权交易所的创始人之一——精明的期权交易员欧文·古泰格（Irwin Guttag），给他儿子约翰买了一台计算器，让他在计算器上运用布莱克–斯科尔斯–默顿期权定价模型。注一年内，许多芝加哥期权交易所交易员便自行开发出具有SR–52计算功能的工具。到1977年年底，德州仪器公司推出了一款新的可编程计算器TI–59，它有一个“证券分析模块”，它将自动使用布莱克–斯科尔斯–默顿期权定价模型计算价格。（当迈伦·斯科尔斯对其未经授权使用期权定价模型质询德州仪器公司的时候，德州仪器公司回答说，这是一台运用在公共领域的仪器。当他想要一台这样的计算器时，德州仪器公司回答说，他也应该去买一台。）注

布莱克、斯科尔斯和默顿发表的成果引发了超过了1000篇的论文，这个数字还在不断增加。注这成为衍生品三大行业的知识基础：交易所

交易的期权、场外交易的结构性产品和信用衍生产品。截至2016年3月，共有48万亿美元的外汇期权交易。截至2016下半年，共有名义价值493万亿美元的外汇、利率、贷款以及其他场外交易衍生物。[注]在所有社会科学的现代史中，几乎没有哪个成果在短时间内无论在理论还是实践上产生如此巨大的影响。[注]原因是很机缘巧合的：科学与布莱克–斯科尔斯–默顿期权定价模型的融合；技术与芝加哥期权交易所发展壮大的融合；以及20世纪70年代中期的经济动荡后的环境，产生了更大范围内降低风险的需要。

图10.5突出了这个巧合的后果之一。该图显示了期权清算公司1973—2014年交易所交易的期权和期货的每年原始对数平均每日交易量。图上的垂直距离是几何级数而不是算术级数，所以指数级的增长将显示为一条直线，就如同它在我们的数据中所表现的那样。一个简单的计算给我们提供了金融领域的摩尔定律：交易衍生品交易量大约每5年翻一番。即使是金融危机也只能使这种增长暂时停止。

然而，技术变革往往伴随着意想不到的后果。19世纪的工业革命极大地提高了人们的生活水平，但也增加了空气和水的污染。化学杀虫剂的引入增加了食物的供应量，但在我们了解其性质之前，它导致了许多婴儿的先天缺陷。一个相互关联的全球金融体系的出现大大降低了全球的企业和消费者的成本，增加了资本的可获得性，但这些相互联系也成为金融传染的媒介，助长了2008年金融危机。简言之，摩尔定律必须与墨菲定律抗衡，“任何可能出错的都会出错”。当涉及计算机时，灾难通常会更快、更大、更难修复。

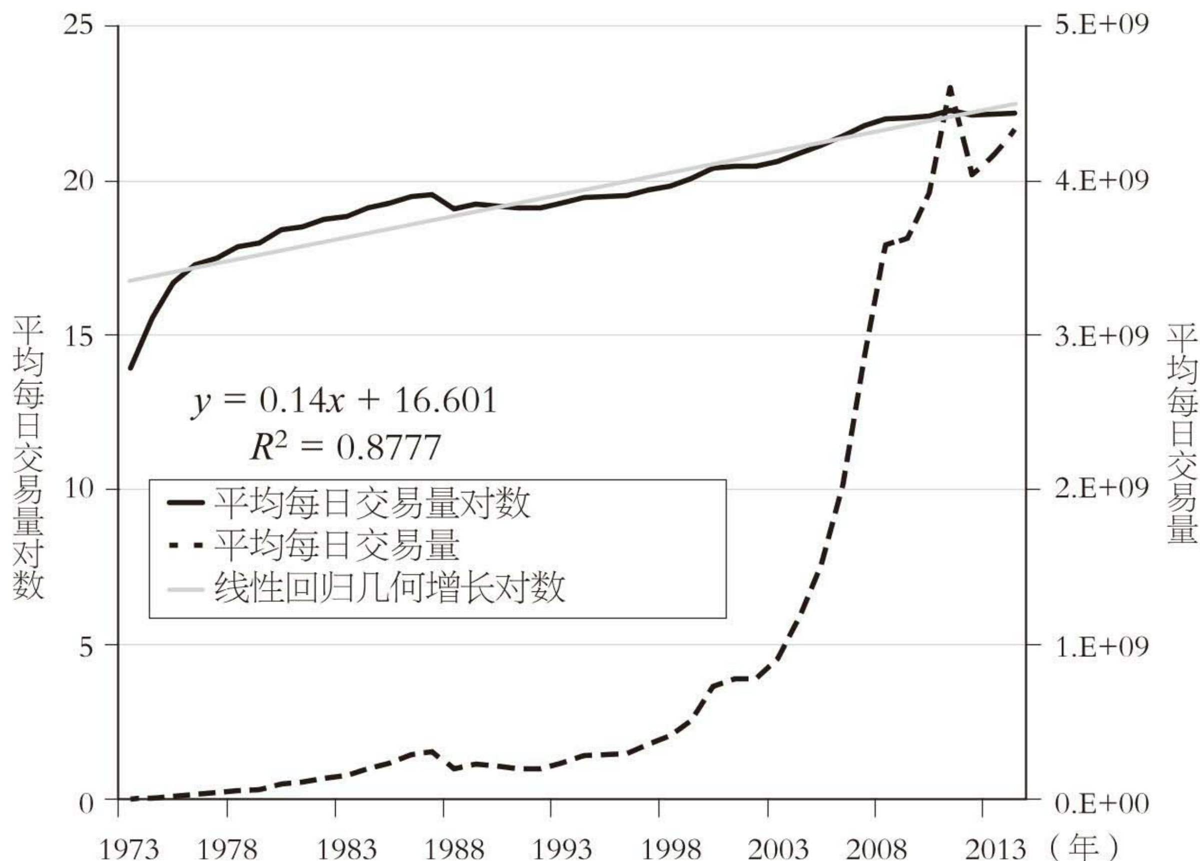


图10.5 金融摩尔定律：期权清算公司1973—2014年交易所交易的期权和期货的每年原始对数平均每日交易量，以及线性回归估计几何增长速度，大约每4.95年［=(log2)/0.14］翻一番

来源：Deason,Rajgopai,and Warvmire（2015,Figure 1）

举一个相关的例子，这是在2010年5月6日发生的事。大约在美国中部时间下午1点32分，美国金融市场经历了历史上最动荡的时段，这段时间持续了大约33分钟。道琼斯工业平均指数盘中遭遇单日最大跌幅，一度在5分钟内暴跌600点。一些世界上最大的公司的价格以难以理解的价格交易——埃森哲咨询公司以每股1美分的价格交易，而苹果公司的交易价格为每股100000美元。大约半小时后，它像开始时那样迅速而神秘地结束了，价格恢复到1点32分之前的正常水平，仿佛在说，“我们现在恢复到你所熟悉的股市了”。除此之外，许多交易是在半小时内以这些荒谬的价格完成的，包括稳健的投资者所下达的止损指示，他们的投

资进行清算时如果发现价格下跌就会触发这些命令。随后，证券交易所集体决定，如果在这一时期的交易价格偏离1点32分前的价格60%以上，就取消交易。这对股票下跌59%并被止损命令变现的投资者来说于事无补，他们的投资组合没有恢复到正常的价值。这一非同寻常的事件已经深深地铭刻在投资者和市场做市商的记忆中，它开始和结束的速度极快，因此被称为“闪电崩盘”。

由美国商品期货交易委员会和SEC的一次联合调查追踪了这一事件，总结出来形成完美金融风暴的三个条件。第一个条件是一笔非常大的自动化交易，一家共同基金为了对冲其在股市上的风险头寸，交易了75000手标准普尔500指数期货合约。[注]这发生在非常短的时间内，并且造成了庞大的秩序失衡，显然远超过了小风险的高频率交易员的承载能力。[注]第二个条件是这些交易者的反应，他们取消了订单并且暂时离开市场。第三个条件是“桩单”，这些订单标价以1美分或100000美元的价格购买或出售证券，但不意味着要执行这些价格，只是电子订单中的占位符，进入市场只是为了满足他们随时提供做市服务的要求（这做法已经被SEC和美国金融业监管局废除）。当真正的买卖报价不见时，唯一存留的报价是这些桩单报价，这就是为什么埃森哲咨询公司成为价值1美分的股票，而苹果公司变成了价值100000美元的股票。

这是2010年9月30日《美国商品期货交易委员会/SEC联合报告》中所叙述的故事。然而，市场又出现了新的变化。2015年4月21日，美国司法部指控英国人纳文德·辛格·萨劳（Navinder Singh Sarao）。和美国商品期货交易委员会联合提出的一个刑事申诉声称，萨劳曾试图操纵在芝加哥商品交易所电子迷你标准普尔500期货合约的价格，其中一个副作用就是带来了闪电崩盘。2016年11月9日，萨劳先生承认犯有电汇欺诈和“哄骗”（一种价格操纵）罪。陪审团仍然不确定这位单一的交易者是否造成了闪电崩盘。

最值得注意的一点是，6年多后，我们还没有发现在包括有限数量

的股票和有限数量的参与者的市场在短短半个多小时内崩盘的原因。从那时起，我们经历了美国国债（2014年10月14日）、外币（2015年3月18日）和交易所交易基金（2015年8月24日）的暴跌。这些事件还不是全部，巴兹全球市场和Facebook IPO（首次公开募股）时发生的相关技术故障（2012年3月23日和5月18日），骑士资本集团在电子交易事故中4.58亿美元的损失，和两个半小时的彭博终端停电（2015年4月17日）导致推迟了一个多亿美元的政府债务发行。我们看见这类事故已经模式化了，以思维速度的进化还没有完全适应以光速进行的交易。

市场不可能突然完全放弃金融技术，算法交易和电子市场的优势实在太大了。相反，我们必须要求更先进的、更强大的技术，对人类操作者来说可以避免愚蠢的不可见的错误。每一项成功的技术都要经历这样一个走向成熟的过程：手摇电话与iPhone、手术刀与激光、白炽灯与LED（发光二极管）灯、纸质地图与谷歌地图和GPS（全球定位系统）。金融技术也一样。

为了解决摩尔定律和墨菲定律之间的冲突，我们需要金融体系2.0版，这就需要一种全新的思维方式和一套不同的工具。

---

1. Black and Scholes (1973),Merton (1973).
2. 根据与约翰·古泰格（John V.Guttag）的私下沟通——他是埃尔文·古泰格的儿子，也是SR–52程序员——后来成为计算机科学家，最终担任MIT电气工程与计算机科学系主任，目前是MIT电气工程和计算机科学杜格尔·杰克逊（Dugald C.Jackson）讲席教授。
3. Scholes (2006).
4. Lim et al.(2006).
5. Bank for International Settlements (2016,table D1 at http://stats.bis.org/statx/srs/table/d1 and table D5.1 at http://stats.bis.org/statx/srs/table/d5.1).
6. Kirilenko and Lo (2013).
7. Specifically,the sale involved E-Mini S&P 500 June 2010 stock index futures contracts.
8. CFTC/SEC (2010).

复杂性的暴政

技术带来的挑战是更大范围内复杂性趋势日益增加的一部分。随着金融体系变得越来越复杂，它变得越来越难理解，更不用说去管理了。事实上，我们试图通过一层又一层的法规来监管这个复杂的系统，只会使其的复杂性更高，不确定性更高。正如我在MIT的同事黛比·卢卡斯（Debbie Lucas）经常提醒我的那样，“政府是系统性风险的来源”[注]。我们已经回顾了佩罗的理论，复杂性和紧密耦合不可避免地导致系统中断。虽然佩罗并不认为金融危机符合他的理论，但毫无疑问的是，复杂性在危机中起到了作用，而且，除非我们有足够的专业知识来克服它，否则我们很难防止未来危机的发生。这是什么意思呢？

复杂性实际上是对于“无知”的一种礼貌的表达方式，如果某事物过于复杂，意味着我们不能理解它。复杂系统的研究人员经常用简单的非线性数学关系产生极其复杂的图表，复杂到以至起始点的微小变化就使得无法预测接下来几步图形会在哪儿结束。这种复杂性的经典例证是“蝴蝶效应”——因为天气是一个复杂的系统，蝴蝶在北京拍打翅膀可能是几星期后新奥尔良飓风的起因。根据定义，复杂系统很难理解，因此也就很难调节。

在适应性市场框架中，复杂性意味着我们对系统没有很好的描述。解决办法很明显：我们需要变得更聪明。通过加深对系统底层结构的理解，有时可以降低复杂性。例如，多亏了2007年8月，现在我们了解了统计套利投资组合产生流动性螺旋的潜力，我们可以更好地为它们做准备。

市场适应性框架指出了复杂性的另一个问题，即特殊知识和潜在冲突可能引起的潜在分歧。如果金融体系变得如此复杂，以致只有少数的

精英真正了解它的功能以及如何适当维护它，那么这一知识就将人们划分为知道和不知道两类。当然，这种情况会伴随着任何一个独特的信息的存在而出现——我知道如何以特定的方式做葱油饼使得它们外脆里韧，而你可能不知道。但这条知识并不是一个值得保守的秘密，事实上，你没有掌握这一知识也不会让你太沮丧。

但是假如我知道如何治疗糖尿病而你不知道，或者我知道如何通过避免吃某些常见的食品来预防癌症而你不知道，我知道如何给抵押贷款支持证券和信用违约互换定价而你不知道。在这种情况下，我拥有的知识赋予我一定的权利和地位。复杂性创造了对于更好的布道传播的需要，那些拥有这些的人将成为复杂系统的“神父”，成为关键的、改变生命的知识守卫者。成为权威者是困难的，例如对治疗糖尿病来说，得到分子生物学的博士学位，并在生物技术和制药公司有20年的工作经验，再加上专业知识的社会价值，将决定这一精英主义分层的情况。

在张瑞勋和汤姆·布伦南的研究项目中，我们发现如果某些特定人群面对着相同的环境威胁而其他人没有，群体就会按照二元选择模型自然形成。[注]换句话说，群体并不总是生物学上的产物，就像男性与女性。有时它是环境所造成的，就像喜欢学习生物学和不喜欢的人群一样。即使自然选择仍然以和之前同样的方式在每一个人身上产生影响，但在某些环境上的冲击，比如危及生命的疾病可以被那些足够了解生物学的人治愈，就可以让群体分化。就像俗话所说：“敌人的敌人是我的朋友。”

那么精英主义，特别是基于有用的特殊知识的精英主义，有什么问题呢？事实上，当我们雇用水管工、看牙医，或者在商学院注册时，我们总是依靠第三方专家。但这些群体不构成任何系统性的问题，因为进入这些权威领域的障碍虽然是显著的，但不是不可以克服的。通过足够的努力和正确的训练，你也可以成为我们中的一员，所以你和我之间并没有坚不可摧的城墙。

但当情况变得不可能，而且知识对于生命本身是必不可少的时候，问题就出现了。权威人士可以利用这些知识对外行进行控制——我知道如何治愈糖尿病，但我不会与你分享这个巨大的好处，除非你给我出一个价钱。在这些情况下，知识确实就是力量，尤其当我能在不泄露我的专业知识的情况下就治愈你的疾病的时候。例如，通过给你一种只有我知道如何制造出来的药片，这样你就不能和别人分享它了。在某些情况下，权力的严重不平衡可能是可持续的，就像某些极权政府中的暴君一样。但在其他情况下，暴君最终会被推翻。反抗的动机之一是不平等的程度，而更重要的动机是，未来有一天能够加入精英阶层的可预见的机会。如果富人和穷人有很大的区别，同时穷人没有任何加入富人行列的希望，那么这些被剥夺权利的人就“除了锁链之外没有其他可以失去的东西了”。

复杂性的暴政来自知识就是力量，而且这种力量可以被滥用。也许这种滥用并没有上升到阿克顿勋爵（Lord Acton）的警告的程度：“权力往往滋生腐败，绝对的权力导致绝对的腐败。”也许这只是来自深厚专业知识的精英主义，但对那些不具备这样的专业知识的人而言，可能会遇到傲慢的、家长作风的和在极端的情况下的知识专制。被排斥的非精英人士拒绝这种专业知识是一种自然反应。这是理性的吗？不，但这是人性。

与此同时，专业知识也变得政治化，特别是经济和金融的专业知识。这进一步使专家与普通人之间的关系变得紧张。政治候选人的标准操作程序是找到碰巧同意候选人观点的专家，并使他们成为政策顾问。你能想象这样去选择心脏外科医生吗？将政治议程与科学专长混合在一起，将是破坏科学家和科学的可信度的万无一失的方法，使人们更有理由拒绝专家的意见。

我们开始在各种场合下看到这种排斥反应的证据，金融以及其他领域监管机构的财务预算被削减，尽管危机后其工作量增加；政府减少对

基础科学和高等院校的资助；对某些政治家及其支持者对于气候变化科学论断的直接否定；乃至最危险的传染病疫苗准备项目都出现了资金困难问题。尽管这些趋势在起源和动机上有很大的不同，但这些趋势都包含一些反精英主义的民粹主义成分。

除非我们能够扭转这一趋势，否则就会越来越难以理解和管理像金融系统这样的复杂事物。不过幸运的是，适应性市场假说提供了一些关于如何修复金融的建议。

---

1. Lucas (2014).
2. Zhang,Brennan,and Lo (2014).

第11章 修理金融

一盎司的预防

前两章回顾了金融危机和金融体系的各种失效之后的情形，现在是时候谈谈我们能做些什么了。解决这个问题当然不会那么简单，不过适应性市场假说确实提供给我们一个识别金融病理的根本原因和可能的补救措施的基本框架。承认人类行为会适应各种环境，而不是像理性经济人这样的理想化假设，这样我们才更有可能得到准确的情境故事来指导我们应对危机。本章将会给出几个这样的故事，并且介绍由它们启发得到的一些新工具。

为了预防明天的金融灾难，很可能意味着今天要承受疼痛。在这一点上，你可能会自满地点头，想象通过预防手段成功地避免了负面影响，而其他人却承受了这种疼痛。我可不是这个意思。想象一下，阿伦·李·罗斯顿在蓝约翰峡谷探险时，砍断手臂自救。你也要这样活命吗？当然我只是打个比方，你要像这样似的在金融危机中生存吗？这就是故事的力量——为了防止危机，我们需要讲一个新的故事，来解释为什么现在的疼痛比未来的灾难要好得多，特别是对于相信自己不会遇到灾难的人来说。

适应性市场假说可以作为一个预测工具，来帮助建立这个新的故事。光说“银行家都是魔鬼”是不够的。某种程度上，他们都不是。当然即使他们是，这也不是一个足够引人注目的情境描述，即使把系统中的每个银行家都换掉仍然不会解决问题。我们需要找出一种方法来想象在未来的各种不同情境下，不同的决策会产生如何的结果——我们可以称之为一个讲故事的方法。

英国文豪塞缪尔·约翰逊（Samuel Johnson）说：“当一个人知道自己将在两个星期内被绞死时，就能惊人地集中精神。”但是，在灾难如

此迫在眉睫之前，如何更好地集中我们前额皮质的力量呢？我们需要提前感知这些危机的来临，就像熟悉马萨诸塞州高速公路上的坑洼一样；我们还需要有一个强大的制度记忆，一旦遇到金融危机就知道如何处理。

我们可能永远无法充分地预防金融危机。当自由企业制度与人性相结合时，总有些时候贪婪的情绪胜过了恐惧。但是我们可以使系统更加稳健和有弹性。我们可以将金融危机看成一种连锁反应，就像雪崩和森林火灾一样。所有的连锁反应都从一个起点激发，但是真正造成损害的不是引起雪崩的第一块小卵石沿着斜坡滑落，而是这一效果的传播。我们固然可以而且应该努力防止金融危机开端的发生，然而，在任何一个小火花就可能引发金融危机的环境中，预防策略更应该是遏制其潜在的扩散，而不仅仅是关注引起火灾的第一根火柴。我们不能简单地“取缔”金融危机，就像我们不能“取缔”森林火灾一样——即使我们完全可以惩罚纵火者。

生态系统管理

从适应性市场的角度来看，危机管理的主题是把金融体系当作有机生命的生态系统，而不是无生命物质的机械结构，相应地，我们需要管理这个系统。这与传统的金融监管方法有很大的不同，但是有一些监管机构和进化生物学家通过不同的途径得出了这个结论，包括我们在第6章见到的J.多因·法默、英国央行首席经济学家安德鲁·霍尔丹（Andrew G.Haldane）、普林斯顿大学生态学家西蒙·莱文（Simon A.Levin）、牛津大学生态学家罗伯特·梅（Robert M.May）以及斯克里普斯海洋研究所的理论生物学家乔治·苏吉哈拉（George Sugihara）。[注]尽管数量不多，这个令人印象深刻的团体已经在改变监管机构和学者对金融危机的思考方式。事实上，英国央行已经在衡量系统性风险并将这一手段纳入货币政策方面发挥了领导作用：作为货币分析与统计部门执行主任，霍尔丹在决定央行的研究议程和政策方向上有很大影响力。

我本人在这一领域的思考演变受到了西蒙·莱文很大的影响。作为真正的进化生物学家和数学生态学家，西蒙研究生态系统模型的时间比我长多了。多年来，他的工作自然地把他引向经济和金融方面的应用。我的旅程则是正好相反，从金融经济学到生态系统。但是，当我们第一次见面并开始谈论我们的兴趣时，我们发现我们在说同样的现象，只是在用不同的词汇。我们都由此确信，把金融体系看作一个有机生态系统、一条正确的轨道，从而开始了将生态学应用于金融监管的合作。[注]

我们所做的第一个观察是，我们必须把金融体系看成一个系统，研究它是否可持续，对环境的冲击是否有弹性，以及在现有的资源和技术限制下，是否可以有效地运作。相比简单地对不良行为施加规则，更好的方法是对这种行为为何会出现做更深入的了解，并确定需要如何改变环境来减少或消除这些行为。

事实上，高度有效的监控机制是数百万年演进的产物，生物系统可以为我们提供许多这样的例子。例如，人类拥有热平衡机制，能够将体温调节到37℃左右的一个小范围内。当身体暴露在寒冷中导致体温下降时，下丘脑检测到变化并通过使身体发抖而产生热量作为反应；当身体变得太热时，下丘脑会使其出汗，通过蒸发的作用来冷却。数百万年的进化使得这一过程能够保持相对恒定的体温，特别是人类的大脑，对温度极为敏感。

许多生物调节过程的核心是反馈回路，旨在防止系统陷入无法恢复的境地。就热平衡的例子来说，当身体的体内温度低于35℃时，会产生体温过低的症状，而低于26.7℃时会由于心力衰竭或呼吸停止而死亡。这就是为什么需要反馈回路；事前的一盎司[注]预防比事后的一磅[注]治愈更有效。

术语“反馈”起源于电子工业，指麦克风过于靠近扬声器产生的声音。当扬声器的输出立即成为麦克风的输入，一遍又一遍地循环放大时，就会产生令人毛骨悚然、仿佛耳朵炸裂的尖叫声。工程师称之为一个“正反馈”的例子，这与大多数人如何使用这个词完全相反——这样的结果一点也不正面。在工程意义上的正反馈意味着变化将被放大到系统的极限，而“负反馈”则意味着系统的变化将被阻止而回到现状。金融危机就是一种正反馈，像麦克风的尖叫声一样，一点小变化被放大成巨大的影响。为了阻挡这种放大效应，我们在整个系统中需要更多的负反馈，而且这些反馈需要更能适应不断变化的环境。

金融监管机构已经意识到这一需求。中央银行把它们的角色之一描述成“在聚会最开心的时候拿走酒杯”，即使我们大脑里的伏隔核想让聚会永远持续下去。问题在于，监管机构也是人，正如我们在第2章中探讨的那样，导致流氓投机者行为偏差的损失厌恶也同样可能导致银行主管迟迟不愿拿走酒杯。监管机构也是适应性市场框架中生态系统的一部分，因此一个自然的想法是适应性调节机制要避免和人类监管者一样的

行为偏差。

---

1. May,Levin,and Sugihara (2008),Haldane and May (2011),Levin and Lo (2016).
2. Levin and Lo (2016).
3. 一盎司≈28.3克。——编者注
4. 一磅≈453.6克。——编者注

适应性监管

已经被多个监管机构提出的一个适应性监管的例子是反周期资本缓冲——对资本的要求自动地与商业和信贷周期反向变化。一个相关的提案受到了芝加哥商品交易所的启发，在精神上与第8章的T–监控和波动性漫游控制机制类似。

芝加哥商品交易所是世界上最大的金融交易所之一，目前使用动态保证金要求来确定市场参与者必须保留多少资金，使得交易所和市场参与者之间不至于因极端损失而违约。[注]为此，它使用自己的内部风险管理系统，即SPAN（标准投资组合风险分析）。这个软件最初开发于1988年，现在已经是第四代，被广泛应用为行业标准。[注]SPAN估算在不同情况下投资组合的最大市场损失（通常是16种情况，用户也可以自定义），然后确定适当的保证金要求。[注]我和汤姆·布伦南发现，芝加哥商品交易所使用SPAN计算的货币期货保证金要求与近期美元对欧元或者其他货币的现货市场波动情况高度相关（见图11.1）。

SPAN看上去具有动态监管所需的许多属性。这样的风险管理系统确实是金融系统需要适应性监管这一概念的有力证明。SPAN成功地保护了芝加哥商品交易所清算中心免受违约。然而，SPAN关注的只是金融体系中层参与者的风险，保护处理公开交易、高度流动的金融工具的结算所。SPAN完全可以轻松观察这些工具的波动性和价格变化，并将此信息纳入新的保证金要求。它并不关心管理系统性风险——它确实属于适应性监管，但只是在器官的水平，而不是整个生物体。

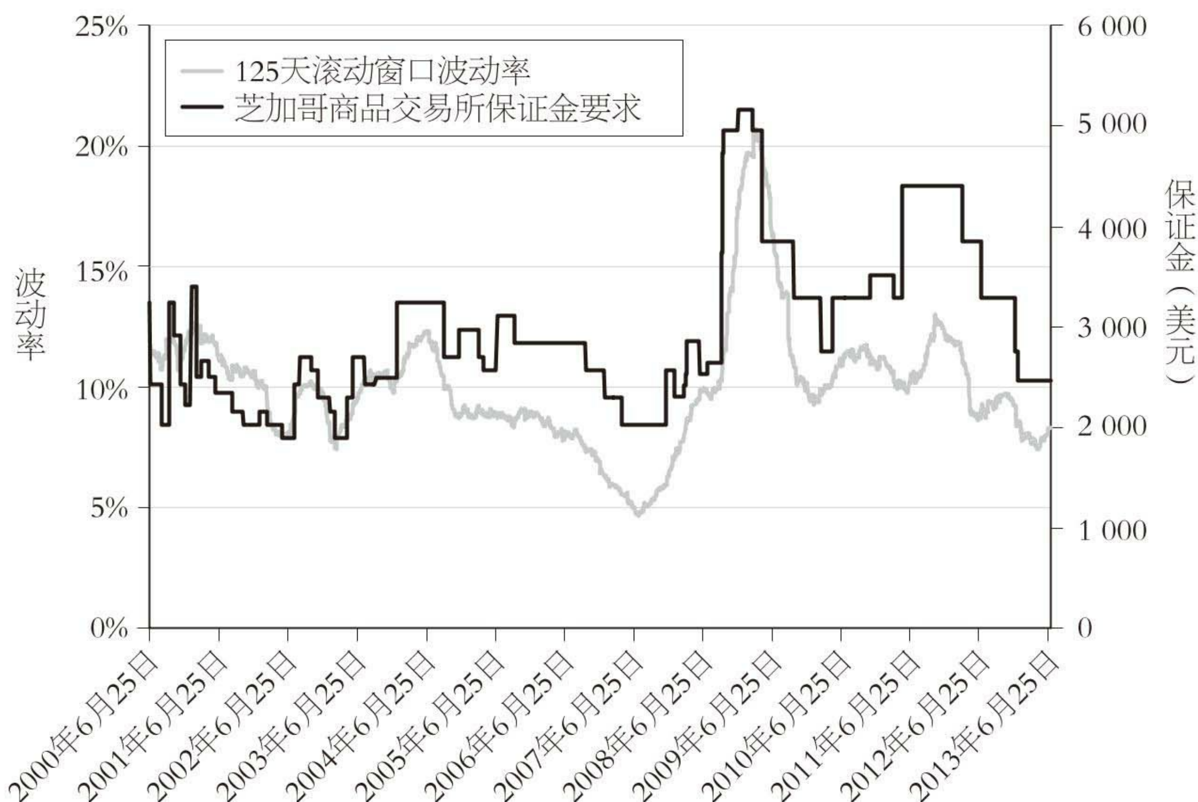


图11.1 以美元计价的欧元投资回报日度波动率和芝加哥商品交易所欧元期货合约的历史保证金要求。波动率是用过去125天的日度回报来计算，然后乘以√250得到年化波动率。芝加哥商品交易所保证金是要求每个投机交易者在开始投资时提供一定资金。保证金用合约投资美元金额的百分比来计量

来源：Brenna and Lo （2014,figure 3）

适应性金融监管需要的是一个类似于SPAN的方法，但运用在整个金融体系上。这样的政策需要的就不仅仅是谨慎，而是整体的谨慎。芝加哥商品交易所的系统可以将意外的危机视为外部事件，但是在系统性风险的情况下，任何叫喊都从房屋内部发出，对全球金融体系不存在“外部”。也就是说，任何适应性监管都必须能够解决金融体系系统性风险的内生性的本质。这也包括了监管本身造成的影响。我们现在需要的是宏观经济的巡航控制。

进化生物学为金融监管提供了许多相关的经验教训。事实上，生物学中的大部分内容就是关于监控。除了热平衡之外，身体还有许多其他

监控机制，比如血压、心跳、呼吸、骨骼生长等。这些机制看起来与反周期货币政策非常相似，但它们不是刻意的行为，是随着时间流逝自然选择的结果。事实上，在进化生物学中，经常发现一个物种或谱系针对相同的结构问题找到了不同的解决方案。进一步地说，进化理论对这些机制的出现给出了一个有力的解释：由此产生的稳定性有利于生物体的生存和成功繁殖。

我和西蒙·莱文正在研究使用几个生物监控的想法来改进金融监管——反馈控制机制、免疫应答和生态系统管理技术。[注]例如，“大而不倒”的金融机构是近期金融危机的一种重要推动力——让保险业巨头AIG破产根本是不可能的，所以只能由美联储来拯救。生态学和经济学的推理都说明“大而不倒”的机构必须在金融体系中优先考虑。然而，对于机体大小如何与为何对于生态系统有重要的意义，生态学有一个更可操作的理论。[注]正如生物学家约翰·邦纳（John Bonner）指出的那样，个头与规模总是有进一步的进化发展的基础。[注]如果不考虑其他制约因素，大个头不存在与新进入者的竞争关系。显然，在很多情况下，更大的确更好。

然而，自然博物馆足以提醒我们，曾经在这个星球上行走的最大的生物在6500万年前就消失了，再也找不到了。为什么呢？很清楚的是因为环境不同了，不再适合拖车大小的恐龙了。同样，相比简单地规定商业银行和保险公司不能超过一定的规模，应该首先了解当前商业环境下机构的最优规模。这样才能设计一个更加有效和可持续的管理机制来管理这些重要机构的扩张，例如调整企业规模的上限，以适应商业环境和金融稳定性的潜在威胁。

即使环境不同，如果有一个普适的提案确定能让我们日益接近一个更加稳定和健全的金融生态系统，那它就能更好地度量系统性风险。一个众所周知的管理教条说你不能管理你没法度量的内容，而金融经济学家在2008年危机之前，真的没有认真地尝试过度量系统性风险。通过量

化系统性风险，不仅监管机构能够更加主动地釜底抽薪，投资者和机构也可以进行自我纠正。如果投资者在2006年就知道信用违约互换市场有多么集中，那么他们可能在使用这些衍生品时就不会如此冒进。因此我们下面探讨一些这样的措施和工具。

---

1. Brennan and Lo (2014).
2. CME Group (2015).
3. CME Group (2010).
4. Levin and Lo (2015).
5. Chave and Levin (2003).
6. Bonner (2006,62–65).

法律就是代码

为了从整体上监管金融体系，我们需要从整体上更好地了解现存的关于金融监管的文献资料。这似乎是一个不可能的任务。没有人的大脑能够装下整个现代金融监管体系，最高薪的律师和最成功的政治家也不行。随着金融体系的指数级增长，金融法规和监管条例的数量也在以同样的速度增长，没有理由期望任何人能了解全部的内容。不过，技术为此提供了一个有趣的解决方案。

美国的法律制度就是一个适应性监管的例子。它的基础可以追溯到欧洲中世纪的普通法，这个法律就是随着社会需求和政治压力不断累加。但它不是为迅速的变化而设计的。事实上，很多立法者认为缓慢、审慎的法律变革步伐就是正面积极的。联邦法律的编纂在美国历史上起步很晚（在1926年），而联邦法律的编写到现在还是混乱不堪。

如果我们将法律看成一个软件、一个美国的操作系统，会怎样呢？毕竟，法律在为特定系统提供指令这一点上起到了类似操作系统的作用——如果是这样，那么就那样，等等。如果一个软件工程师团队来分析整个联邦法律，他们看到的会是成千上万页糟糕的代码，一大堆组件复杂得像意大利面一样缠成一团。㊟一个好软件的设计标准能够改进我们编写的金融监管法规吗？

为了搞清楚这一点，我开始与一批天才的计算机科学研究生和一位经验丰富的律师合作——他们是巴勃罗·阿扎尔（Bablo Azar）、菲尔·希尔（Phil Hill）、戴维·拉罗谢勒（David Larochelle）和威廉·李（William Li），分析了美国法律法规的全部文本，使用了5项指标度量这个“软件”的质量（见表11.1）。

表11.1 优秀软件设计的标准及其度量方法

标准	度量方法
简洁：好的软件代码长度应刚好满足其内容需求，无任何冗余	字数
聚焦：代码中的模块应高质量完成一件工作，而不是同时做几件事却质量不高	程序语言的混乱度
变化：倘若代码发生很大或经常性的变化，其中便可能存在漏洞	受到影响的模块（子模块）数
耦合：模块化的代码总会比那些带着不必要的交叉相关性的代码更稳健、更易于后期调整	交叉引用的网络核心与外围规模的比例
复杂：带有很多条件、状态和例外的代码不仅晦涩难懂，也更容易出错	代码中条件语句的数量（麦凯布复杂度）

来源：Li et al.(2015)

这里要为读者留下我们这些学者最喜欢的一个技术细节，描述一个特别有趣的度量所谓“耦合”的手段（表11.1中的第4项）。我们已经在佩罗的正常事故理论——复杂性和紧密耦合——中遇到了这样一个概念，软件设计中也有同样的问题，尤其是对于微软视窗系统、Linux（一套免费使用和自由传播的操作系统）内核和Facebook这样的大型系统。如果这些软件系统的不同部分紧密耦合，则对一个组件的更改可能会导致其他组件出现故障，而且拥有如此庞大规模和复杂性的系统可能以各种无法预知的形式出现故障。鉴于这些系统的修改始终由数千名工程师进行，其中许多工程师彼此独立工作，发生事故不仅仅要说是正常的，几乎可以说是必然的。这就促使软件行业往“面向对象编程”转变。这是一种将代码编写为较小的独立模块的做法，每个模块都负责不同的功能，而不是编写整个大程序。

为了观察一个软件的耦合性，我们可以画一张图，把每个模块用一个点表示，然后每当一个模块引用另一个模块时，我们就从这个模块画一个箭头指向被引用的模块。这样就得到了代码不同部分之间所有相互

依赖关系的网络图，耦合性可以通过这张图所显示出来的密集或稀疏来衡量。一个非常密集的图意味着很多相互依赖关系——标志着设计系统的糟糕，而稀疏的图意味着大多数模块是独立的，改变一个模块导致另一个模块崩溃的可能性较小。

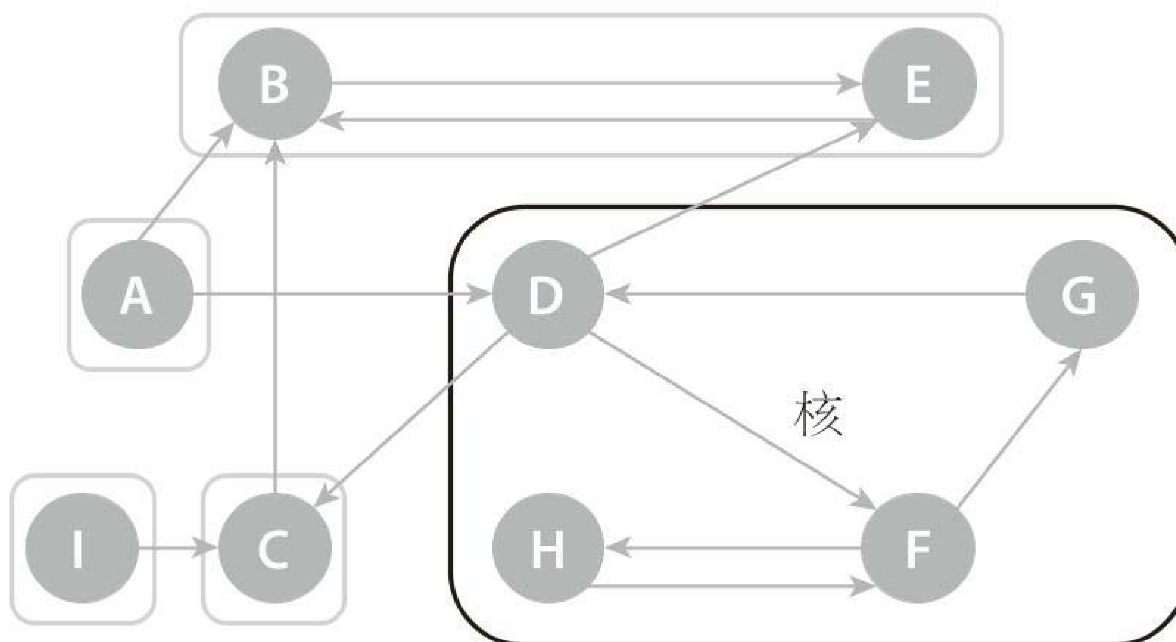


图11.2 有向图上“核”概念的展示

来源：Li et al.(2015)

有了这张图，我们就可以使用一个网络分析的概念——核，来辨别代码的主体和外围。网络的核是满足某个非常特殊属性的最大的一组点：我们总能找到一组连续的箭头，从这组点中的一点出发最终指向这组点中任意一个其他点。例如，在图11.2中，点D、F、G和H构成这样的最大的一组点，可以从一个点到该组中的任何其他点。如果我们想从D走到A，明显是不可能的，因此A不满足核的性质。正如美国缅因州的俚语所说的一样：“从‘他’是得不到‘他们’的。”满足这个属性的最大一组点——出于明显的原因，被叫作“强联系”——是网络中最复杂的部分，因为核里任何一个点的变化都会影响到核中的所有其他点。这就是为什么软件工程师希望核尽可能地小。

我们把这种手段应用于美国法律“代码”的各个章节，每个点代表了称为“章节”的单个模块（美国法典分为50个关于“专利”“银行与银行业”等重要话题的法案，每个法案又包含许多独立的章节，这些文件一共包含了3600多个章节）。两个点之间的连线是各个部分之间的交叉引用，核用一种灰度表示，外围则是另一种灰度。结果彩图11.3中在某些情况下显示出惊人的耦合性。彩图11.3（a）是关于2009年综合拨款法案的图。该法案主要是针对一系列不相关项目的拨款，因此网络相对简单并不奇怪。这里只有一个非常小的核，被大多是孤立的外围部分所包围，表明交叉引用很有限。

然而，彩图11.3（b）是《多德–弗兰克法案》的网络图，要复杂得多。这张网表示的是2010年7月21日通过的一项立法，共2319页。在《多德–弗兰克法案》制定的390条要求中，只有271条在6年后的最终规则中实现。[注]它复杂得令人惊讶，正如众多的连接和核的大小所显示的一样。

但《多德–弗兰克法案》的复杂性相比美国法律第12号法案还差得远，如彩图11.3（c）所示。12号法案是“银行和银行业”，涵盖了整个银行产业。它有一个非常大的核，核和外围之间有许多连接，不难看出一个小的变化会导致网络中的其他部分虽然无意为之却不可预测的后果。

这些网络图以及我们用于度量监管复杂性的其他工具是当前银行监管中观察隐藏结构的X射线。核心章节规范了公司、保险基金和控股公司的权力，绝大多数金融资产都是以这些形式组织的。这些法律章节对美国的金融体系至关重要，因为它们管理了拥有金融资产的机构——而且我们都知道，产权是法律中的主要部分。通过使用更好的技术来理解这些规定的复杂性，我们可以设计一个更好的系统，来适应金融世界日益增长的需求。

---

1. Li et al.(2015).

2. Davis Polk (2015,2).

金融网络映射

网络图的另一个有用的功能是对危机传染建立模型。如果我们让“点”代表金融机构，这些机构之间的交易伙伴关系的网络图可以显示出一个机构的损失以意料之外的金融联系传递给其他机构。这样的图如果能在2007年8月以前被使用，那会是非常有效的。尽管它也许不能阻止量化崩溃，但了解哪些机构的联系最强将使我们可以在财务上进行“隔离检疫”，从而限制风险传递的影响。就像流行病学家研究传染性疾病从其起源点的扩散一样，我们应当识别金融危机传播的潜在渠道。

有没有什么办法提前识别出这些渠道呢？我和威尼斯大学高等研究院的莫尼卡·比利奥（Monica Billio）和洛里亚纳·佩利宗（Loríana Pelizzon），以及马萨诸塞大学的米拉·盖特曼斯基（Mila Getmansky），试图在危机爆发之前识别可能的渠道，作为金融风险早期预警系统的一部分。(注)这需要用到一点数学知识，但原理很简单。我们研究了4个类别的金融机构——银行、经纪商、保险公司和对冲基金中最大的25家机构的每月报酬率，并与其他机构的表现相对比。有近万个可能的关联，但我们认为只有相对少数会在每月的表现中显示出统计学意义上的显著相关。这将会是金融冲击的传播渠道。

我们发现了惊人的现象。在金融市场相对平静的时候，很难说我们的结果和随机波动有什么不同。然而，在金融危机前和金融危机时，企业间统计意义上的关联数量翻了一番甚至接近三倍。无论我们研究LTCM的崩溃还是金融危机，一切在系统性金融危机的前夕都变得更加紧密相关。彩图11.4展示了1994—1996年和2006—2008年两个时期的相互关联性。

这样的网络图可用于衡量金融体系复杂性的变化，并提前确定像

AIG这样与其他机构破产具有过强关联性的关键机构。核的概念也可以在这里应用，而且如果可以频繁更新这张网络图，监管机构可以快速判断危机是否即将来临以及如何最好地干预。

我们更进一步推广了这个做法——我们的团队正在与国际货币基金组织的戴尔·格雷（Dale Gray）和罗伯特·默顿进行合作，来度量银行、保险公司和主权国家的网络图。[注]这个想法是打算观察国家面临的宏观经济问题如何被转移到金融体系，以及反过来通过金融体系影响整个国家的过程。对于银行和保险公司，我们使用它们的股市回报率估计网络连接的程度；对于国家，我们则使用国债的信用违约互换利差衡量其财政状况。彩图11.5（a）是这个网络在2016年6月24日之前的样子，也就是英国公民投票决定留在欧盟还是退出之前；彩图11.5（b）则是投票结束之后三天的同一个网络。差异是显而易见的——不仅整个网络更密集，一些具体的金融机构和国家（不仅仅是英国）在英国脱欧之后的世界中也变得更加突出。

当一切都相互关联时，金融危机可能在任何地方开始，并影响到每一个人。然而，目前的监管框架设计并不能很好地处理这个前所未有的系统性风险。美国每个监管机构——商品期货交易委员会、联邦存款保险公司、货币主计长办公室、储蓄机构管理局、SEC，以及美联储、财政部等——各自有一套法律规定的目标和手段。金融危机给了我们一个明确的教训：为应对危机而迅速协调这些机构是非常困难的。这并不是美国独有的问题，出于金融体系的全球化本质，日益增长的需求使各个国家之间相互协调的能力更具挑战性。

另一方面，私有机构不可能真正解决系统性风险。首先，没有某个单独的金融机构可以获得整个系统的信息，比如金融系统交易者之间存在的所有相互交易关系（甚至监管机构也没有这样的信息，尽管他们正在努力获取）。其次，个人机构也没有管理整个系统风险的经济激励，或者义务。借鉴纽约大学金融经济学家维拉尔·阿查里雅（Viral

Acharya）和马修·理查森（Matthew Richardson）的比喻，金融机构对金融体系的风险行为和污染者对环境的行为本质上是一样的，都是“负外部性”：所有人的生活质量都受其负面影响，不仅仅是污染者或有问题的金融机构。[注]古典经济学处理负外部性的方法是对产生这些外部性的人征税，从本质上把整个系统的麻烦转化为污染者自己的麻烦。但是，即使是征收一点点金融风险税在政治上也是困难的，因为金融机构对立法者有巨大的影响力。

因此，金融体系缺少监测和管理系统风险的基本反馈机制。正如我们所看到的，人类大脑有几个评估风险的系统，特别是“恐惧天赋”和杏仁核，但有时候，就像金融危机爆发后的余波中，金融体系因为恐惧损失了太多。从适应性市场的视角表明，金融体系需要另一种天赋：“疼痛天赋”。

---

1. Billio et al.(2012).
2. Merton et al.(2013) and Billio et al.(2016).
3. Acharya et al.(2009).

危机的犯罪现场鉴定

从进化的角度来说，疼痛是一件好事。疼痛的负面反馈引发了立即的回应。我们可以在被烫伤之前把碰到火炉的手立即收回来。疼痛通过我们的杏仁核触发了我们本能的恐惧学习反应，但是我们并非真的需要害怕火炉——我们只要学会不再去碰就够了。有人天生没有能力感受到疼痛，比如史蒂文·皮特（Steven Pete），一位华盛顿州三个孩子的年轻父亲，就因先天性无痛症被英国广播公司报道。[注]患有这种综合征的人往往更容易受伤或被感染。他们可能在小时候就把自己舌尖咬断，或者在骨折之后没有发现以至于不能正常愈合。小时候，皮特就因为频繁受伤被儿童保护服务局带走，并在当地一家医院接受观察，即使这样，他仍然把脚弄断了，并且在一天半后才发现。成年之后，皮特的左膝盖也受了很多伤，以致腿部可能需要截肢。为什么会发生这种情况呢？因为先天性无痛症的人缺乏阻止可能受伤行为的反馈机制，而疼痛能做到。

许多监管机制因为疼痛而产生。小学的时候，我了解到1911年3月25日在曼哈顿三角罩衫厂的那场可怕的火灾，146名年轻的制衣工人，包括129名女性和17名男性，在火灾中死亡，许多人是因为从工厂大楼的高楼层跳下来坠亡的。纽约州在这之后的两年通过了60项关于工人安全的新法律，并组建了美国工人安全协会等新组织。今天，所有的商业建筑都需要安装一些救生设施，例如喷水灭火系统、火灾警报、人数上限控制，以及标识清晰的紧急出口和在使用时会触发的警报。疼痛确实能起到保护作用，即使有一定的滞后。

但只有监管还是不够的。当一切顺利时，监管者可能感受不到任何疼痛，因此不会采取监管措施来防止未来更大的疼痛。此外，在严厉的管制下，企业适应的方式将是逃避监管而不是遵守监管——这也就是为什么在金融危机之前信用违约互换市场增长到如此大的规模。在某些情

况下，企业甚至可能会进行“监管绑架”，迫使监管者为它创造更有利的环境。事实上，为抵押贷款提供担保这样的政府政策就像是一种麻醉剂，麻木了金融行业的某些部分，使得这些机构更加不容易感到疼痛，从而无法在合适的时候降低风险。两家政府资助的企业房利美和房地美在危机时的救助规模——达到了大约1000亿美元——能让大家知道即使是政府隐性的保证也可以产生多么惊人的效果。这也就是为什么牙医告诉你在补牙之后至少一个小时不要吃东西——在麻药失效之前，你很容易咬下一块自己的舌头或者脸颊。

为了让金融机构能够在痛苦的时候采取行动，以避免将来潜在的灾难，我们需要一个新的故事。这个故事要足够有说服力，就像让阿伦·李·罗斯顿忍受难以想象的疼痛选择截肢的理由一样。好在，已经有这样一个政府机构，来勾画这样的故事，就是美国国家运输安全委员会。

在杰克逊·霍尔的会议上，拉里·萨默斯比较了金融系统与交通系统。在这方面，我真的觉得需要有一个金融界的“美国国家运输安全委员会”，来分析所有的金融崩溃，对金融崩溃或是那些有惊无险的案例进行犯罪现场鉴定，这将为我们改变目前的行为提供必要的故事。我在与美国国家运输安全委员会的员工埃里克·菲尔丁（Eric Fielding）和MIT的一名毕业生海伦·杨（Helen Yang）写一篇关于美国国家运输安全委员会的案例研究时，[注]就逐渐开始敬佩这个非常有效的机构，并相信我们可以从中学到很多东西。当我们有一套超高性能的米其林轮胎可以直接使用时，为什么要重新造轮子呢？

美国国家运输安全委员会是一家独立的联邦机构，负责调查交通事故并提出安全建议。它不是任何内阁级部门的一部分。1974年，美国国家运输安全委员会从联邦运输部中独立，因为国会认为：“没有任何一个联邦机构可以适当地执行这种（调查）职能，除非它完全独立，独立于美国的任何其他部、局、委员会或机构。”

美国国家运输安全委员会没有监管职能。当我建议使用美国国家运输安全委员会作为金融行业学习的对象时，一些人会感到惊讶，但缺乏监管权力事实上是有意义的。由于不承担监管任务，美国国家运输安全委员会可以自由批评监管法规和监管者——他们不是场上的运动员。这减少了监管绑架的机会和激励。在美国国家运输安全委员会的报告中没有任何隐含的职业互惠——如果你给我一个有利的评论，我下次回报你——所以这个组织可以专注于事实的搜集和分析。这也就是为什么美国国家运输安全委员会作为一个精简的机构可以有巨大的影响力。

美国国家运输安全委员会的工作团队随时待命，每星期24小时、每周7天、每年365天。当发生交通事故时，由相关领域专家组成的“先遣队”会在几个小时内到达现场，并由一名有经验的责任调查员管理这一过程。美国国家运输安全委员会经常与媒体通报情况，报道已知的调查事实。美国国家运输安全委员会的深层观念认为，事实是问题关键而非推测。

集中管理关于交通事故的所有信息传播并不是件无关紧要的小事。美国国家运输安全委员会早就知道媒体会报告交通事故——这是当然，因为那就是媒体的工作——他们如果没法得到事实，就会报告传闻。通过与媒体保持定期接触，并尽快报道经过搜集和核实的信息，美国国家运输安全委员会就能够减少引起大众恐慌的可能，并在调查过程中给人们一个更有信息量的故事。这种沟通功能对于第10章的复杂性和精英主义的暴政也是非常有效的解决方法。尽管确定飞机失事的原因非常复杂，美国国家运输安全委员会设法描述出一个准确的情境，满足所有利益相关者的需要，而不仅仅是具有专业知识的人。

举例来说，2009年1月15日，由切斯利·萨伦伯格（Chesley Sullenberger）机长驾驶的全美航空1549号航班在哈德孙河的水上着陆。考虑到纽约多年恐怖主义行为的历史，你就可以想象纽约人会对金融区步行距离（也许叫游泳距离更合适）范围内的飞机坠毁会有怎么样的反

应。但是就在这个下午，美国国家运输安全委员会发表了一个声明，表示在更详细的调查之前，最初的猜测就是飞鸟撞击导致1549号航班的两个发动机同时故障。凭借这个官方声明——即使明确地声明为暂时的——美国国家运输安全委员会就能够平息所有看到这个不寻常事件发生的纽约居民和旅客的不安。

全面调查需要更长的时间，通常是一年以上。这一过程分为两部分：搜集和确认所有事故相关的事实，然后分析这些事实。因为美国国家运输安全委员会很小，只有400名雇员，它采用合作机制，邀请其他组织和外部团体参与事实调查。所有具备必要技术或专业知识的利益相关者都被包括在内——例如，如果美国国家运输安全委员会调查一起飞机事故，利益相关者包括航空公司负责人、飞行员、乘务员、行李处理人员、机械师等。合作机制有一个重要的例外：所有在法律或诉讼职务领域工作的外部人员不得包括在案件调查中。如有需要，美国国家运输安全委员会有权发出传票以获取需要的信息。所有外部团体在搜集信息时都可以访问原始信息，但如果任何一个团体的行为不当（例如召开新闻发布会把事故归因于其他团体），则会被撤销访问权限。

为什么利益相关者会同意这些规定呢？首先，他们想要参与其中，在事实被发现时及时得到信息。其次，他们希望能够提供他们对这些事实的解释，或者纠正他人的解释中对他们影响不好的错误。最后，美国国家运输安全委员会的事故报告不可以作为民事诉讼的证据，这使得利益相关者在解释他们在事故中的角色时更加坦率，而不必担心面临法律的风险。(注)

我们来看一个国家运输安全委员会实际工作的例子。1992年3月22日，从纽约市拉瓜迪亚机场出发的全美航空 405号航班由于机翼上的冰块无法起飞。虽然在离开闸门之前使用了除冰液，(注)405号航班由于空中交通管制而延迟了起飞时间，在冰冷的雨水中等待出发的时候，它的机翼上重新积聚了冰块。飞机一直没有能够得到足够的升力，以致开到

了跑道的尽头仍然未能起飞，它的左翼拖在地面上前进了超过100英尺，撞到机场的几台设备，最终飞机解体，机身倾斜着停下，一半淹没在法拉盛湾。在飞机上的51人中，有27人遇难。

在接下来的几个月中，美国国家运输安全委员会对事故进行了全面的调查和研究。国家运输安全委员会整理了关于这个航班直到坠毁前最后一秒的整个过程。事实调查包括机组乘务员的自述、与幸存的副机长的访谈、这架飞机的背景资料、天气、机场除冰作业的程序——每一个可能的相关细节。美国国家运输安全委员会进行了彻底的法院式检查，得出结论认为技术的错误使用导致了事故——除冰后等待时间过长，并且没有在起飞前再次检查积冰情况。然后，美国国家运输安全委员会进行了正式的内部分析，并在1993年2月17日公布了结论：

国家运输安全委员会确定，这起事故最可能的原因是航空业和联邦航空管理局未能为飞行员提供适宜在机体结冰条件下航班延误的程序、要求和标准，以及机组人员在机翼除冰作业后暴露于降水中35分钟，没有充分确认没有积冰就决定起飞。机翼上的冰导致空气动力结构的失常并且在起飞后失去控制。造成事故的原因是机组人员操作程序不恰当以及协调不足，导致起飞滑行速度低于规定。注

这是一个值得注意的结论。美国国家运输安全委员会将坠毁的责任归咎于整个民航系统，而不是仅仅指责除冰技术或飞行员的错误。在美国国家运输安全委员会的专家判断中，航空业及其政府管理者应该对此事故负责，因为未能为机组人员提供正确使用除冰技术的适当指导。机组人员只需要为这个意外的发生负次要责任。

这引发了一个价值7000亿美元的问题：美国国家运输安全委员会的模式适用于金融体系吗？有几个原因使得它可能几乎起不到什么作用。交通事故在时间上是分散的、空间上是有限的，允许美国国家运输安全委员会的先遣队进行深入的法院式调查。相比之下，金融危机是在不断

演变的，金融市场不能被随意地暂停进行分析（虽然它在出现了严重麻烦的时候确实曾经被关闭）。不同于简单的因果关系，金融危机比运输事故更加无形和复杂，正如我们在量化崩溃中所看到的那样。最后，在运输中，没有人从事故中获利。正如美国国家运输安全委员会的安全专家杰夫·马库斯（Jeff Marcus）所说，“你可以相信人们为了活命而诚实和道德”。不幸的是，在金融行业，有些小团体可能会从别人的疼痛中获利。道德风险是金融名利场上的一种生活方式。

尽管如此，我仍然相信美国国家运输安全委员会成功的关键要素需要纳入金融体系，那就是与公众的沟通、信息搜集和分析。在量化崩溃期间，我过去的一个学生打电话给我，希望获得信息和安慰。如果除了彭博终端和推特，我们还有一个官方的危机信息交流中心，那么可以预防多少金融灾难，或至少减轻其影响呢？有多少不正确的理论，比如SEC的15c3–1法规在金融危机中的角色这样的奇谈怪论，可以被扼杀在萌芽中？除此之外，我们还有什么别的办法能创建必要的负反馈机制，在可能的危机发生之前阻止其发生呢？

如果金融体系要长期生存和繁荣，就要适应新的环境。我们需要使用科学的方法而不是政治演讲，来准确地、可验证地描述金融中的因果关系。我们需要创建新的反馈回路来监控金融环境，类似于人类对恐惧和疼痛的感觉。我们需要更好的制度记忆，使我们以及所有子孙后代，能够从历史中学习正确的经验教训，随着它向未来不断演进。然而，最重要的是，未来的金融体系需要一个更有说服力的故事，它需要在科学上有更加的准确性、更符合人类的价值。

---

1. BBC News Magazine (2012).
2. Fielding et al.(2011).
3. For the NTSB’s official summary regarding its investigative process,see http://www.ntsb.gov/investigations/process.html.
4. NTSB (1993).

5. Ibid.,vi.

透明的隐私

适应性监管有望成为一个系统性的、宏观审慎的金融监管方法。然而，一个重要的担忧是财务隐私。如果不把私人的财务信息向整个系统公开，监管手段怎么能有效适应环境呢？大多数金融从业者都依赖没有申请专利的独特业务流程谋利，就像迈伦·斯科尔斯发现德州仪器公司使用他的公式那样。因此，金融业有必要执行“模糊性安全”，像可口可乐和肯德基保护它们的配方一样，用商业秘密的形式来保护知识产权。法律上允许对冲基金和自营交易者保持不透明，甚至对自己的客户都保密。但更普遍的金融机构也需要防止业务流程、方法和数据的泄露，这只是为了保护客户的隐私——如果你每个月银行的对账单都出现在维基解密上，你会感觉如何？因此，政府的政策不得不在金融业的披露要求上谨慎行事。

如何让金融机构提供适应性监管所需的信息，而感受不到威胁？一个解决方案是金融机构和监管机构之间秘密地交流。然而，这对于公众是不可接受的，因为它不能提供公众日益需求的金融系统性风险透明度。这种秘密性也将给本来就不堪重负的监管机构带来另一个巨大的负担。

幸运的是，摩尔定律下计算能力的提升提供了一个非常酷的方式来解决这个困境，那就是使用密码学。密码学曾经一直是对秘密代码的研究——像间谍影片里一样，如何制作密码又如何破译敌人的密码——但是在摩尔定律之下，它已经开始成为一个更广泛和更深入的计算机科学和纯数学的研究领域。密码学现在包括信息安全中数学方法的研究——这可以用在金融监管中。

计算机科学里有一种广为人知的技术称为“安全多方计算”，是分享

某种共同信息、同时保护每一方数据的机密性的一种优雅方式。这里有一个简单的例子。假设我们想了解一间屋子里所有人的平均工资，在每个人的工资都不想被其他人知道的情况下，我们怎么进行这种侵犯性的计算呢？

答案就是掩盖个人信息。假设第一个人用他的工资S_1加上一个只有自己知道的随机数X_1，得到$Y_1=S_1+X_1$，然后把这个和告诉第二个人。第二个人再重复同样的计算，在她的工资S_2上加上一个私密的随机数X_2，然后把这个和再加到第一个人的信息上，得到$Y_2=Y_1+S_2+X_2$。然后她再把Y_2传给第三个人，第三个人又在上面加上自己的工资和随机数X_2，一直下去。这个过程从第一个人一直进行到最后一个人，每个人都加上自己的工资和随机数，最终得到$Y_n=S_1+S_2+\ldots+S_n+X_1+X_2+\ldots+X_n$，这样，每个人的工资都被她自己选取的随机数掩盖了。

我们接下来再把这个总数传给第一个人，让他在这上面减去自己的随机数X_1，然后传给第二个人。第二个人执行同样的操作，减去她自己的随机数X_2，并传给第三个人，像这样下去。当最终达到最后一个人的时候，他从这个和上减去自己的随机数X_n，剩下的就是所有人的工资之和$X_1+X_2+\ldots+X_n$。这样，再将它除以n，就得到了这间屋子里所有人的平均工资。

图11.6总结了这个简单的算法。在这个过程中，任何一个时候都不会要求某个人透露自己的私人信息，然而在这个过程结束时，却能计算出平均工资。这种算法是安全多方计算的本质。当然现在，两位参与者可以很容易地勾结来发现第三个人的工资。例如，如果第一个人和第三个人比较了第二个人减去她的随机数之前和之后的总数，他们就可以推断第二个人的随机数，并由此知道她的工资。不过，这只是这个例子的一个瑕疵，而不是这个方法的一般性问题。有防止作弊的简单方法，使得所有各方能够共享某些类型的信息，同时保持原始数据的机密性。我

和埃玛纽埃尔·阿贝（Emmanuel A.Abbe）、阿米尔·坎达尼一起设计了安全多方计算算法，可以加密金融机构的私有信息、保证数据安全，同时监管者仍然能够计算总体风险度量。注

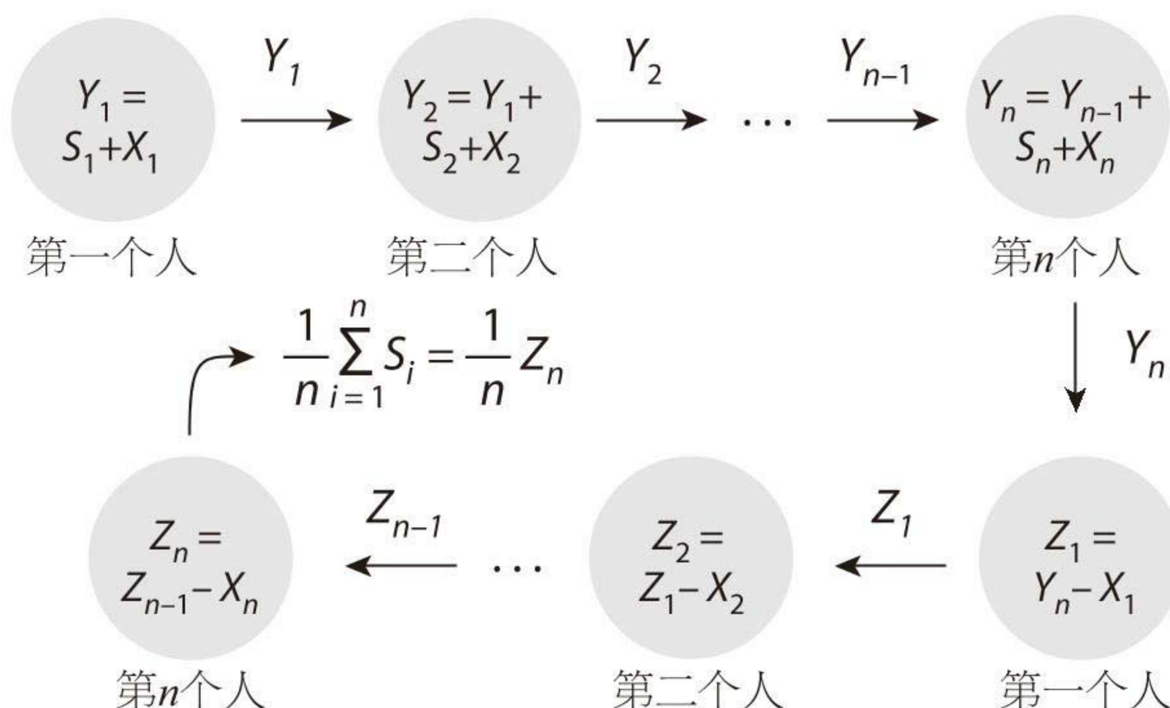


图11.6 简单安全的安全多方计算算法示意图，每个人不必披露自己的工资就可以计算n个人的平均工资水平

彩图11.7用一个现实世界中的例子说明了这种技术：计算美国银行、摩根大通和富国银行三家银行房地产贷款组合的规模。彩图11.7（a）中的线形图显示了这三个机构各自在不同时间的数据。这是一个银行的高度私密的信息，只有在过了相当长一段时间后才会向公众披露。然而，如果我们考查的是系统性风险，每个银行单独的数据值不如总量那么重要。总量在彩图11.7（a）中用阴影图表示。所以我们为此设计了一个安全多方计算算法，并加密了每个银行各自的时间序列数据，如彩图11.7（b）中的线形图所示。加密的系列看起来完全随机，但是当把它们加在一起时，将获得与彩图11.7（a）中完全相同的阴影，就像将未加密的序列相加一样。金融机构可以共享总和数据，同时保持每个机构的隐私。

使用安全多方计算工具，我们可以计算风险的总体度量，而不会泄露任何个体的隐私或私人信息。这样一来，监管机构和公众就有途径了解一组金融机构的总体风险，同时保护任何单个金融机构的隐私权，这正是实施适应性监管和公共政策的理想选择。

像这样的技术仍然不能完全满足监管或者说监管者的需求。例如，除了定期检查外，没有办法确保金融机构如实报告。然而，这些方法可以降低分享某些类型信息的经济成本，甚至可能增加私营机构自愿分享信息的激励。如果金融机构能够保持商业机密的隐私，同时共享信息，从而有利于对金融危机的威胁进行准确评估，那么它们将和监管者以及公众同样受益。这对于恢复公众过去不久前对金融体系的信任前进了一大步。

---

1. Abbe,Khandani,and Lo (2012).

抗盖柯疗法

到目前为止我们所涉及的工具和技术，可以处理金融环境，并以预警信号的形式提供反馈，或者为预防金融危机提供新的故事。但我们还没有处理人的行为。我们如何防止下一个伯纳德·麦道夫掠夺退休人员的数十亿美元，还让他们认为他是朋友？我们又如何防止现实生活中的戈登·盖柯让年轻人相信贪婪永远是好的？

心理学家菲利普·津巴多将其总结为：抵制情境的影响。注从他最初的监狱实验开始，津巴多调查了周围不良环境会如何使一个好人变坏。津巴多提供了10项关键的行为，他认为这些行为可以尽可能减小破坏性文化价值观的传播，无论在金融领域还是在其他领域。这些行为包括愿意承认错误、拒绝承认不公正的权威、长远考虑的能力，以及像诚实、责任感和独立思考这样的个人价值观。

有些人可能会怀疑这一点。毕竟，改变整个金融体系的文化就像试图逃离死亡——这几乎毫无希望。然而我相信这种怀疑在这里是不合适的。我们很难改变天生的行为，就像它的名称一样，适应性市场假说告诉我们，通过改变文化参与者的环境就可以改变文化。适应性市场提供了一个可操作的框架来系统地思考如何实现这一挑战性的工作。

第一步我们需要在语言上做一个微妙而重要的转变。我们不是去寻求“改变文化”，这看上去像是天真而无望的雄心；我们的目标就是要介入“行为风险管理”。注正如我们在第2章看到特韦尔斯基和卡内曼所说的，注框架效应很重要。尽管事实上我们指的是一个本质相同的目标，但后一个词更为具体、可行，而且从公司董事会的角度看是无可指责的——这一点非常重要。

使用行为风险管理框架，我们发现每种类型的企业的不正当行为都与人类行为有关。对于一名董事会成员来说，就只需要谨慎地采取措施来管理那些最有可能损害经营业务的行为。一旦跨越了这个语义的障碍，就很清楚有多少更实际的意义了。我们可以利用所有主要金融机构所使用的传统风险管理手段来开发一个并行流程来管理行为风险。

这里将呈现一个金融投资组合风险管理的典型流程，你可能是第一次看到。(注)我们可以用英文单词首字母缩写“SIMON”来总结：选择（Select）、确定（Identify）、度量（Measure）、优化（Optimize）和注意（Notice）。

1. 选择影响投资组合回报的重大风险因素；

2. 确定优化目标（以及所有约束）；

3. 度量投资组合回报的变化动态规律；

4. 优化目标以产生最佳投资组合（根据回报动态规律和所有约束）；

5. 注意系统中的任何新变化，并根据需要重复以上步骤。

任何系统的金融风险管理方案必须以某种方式包括SIMON中的每一个要素。现在让我们将SIMON应用于一个虚构的、遇到麻烦的金融机构的行为风险管理的例子中。

第一步，我们“选择”企业面对的主要行为风险。例如，我们虚构的公司缺少对合规程序的认识和尊重，它的高级管理层不能容忍反对意见，或者它在实现增长和赢利目标的操作政策和程序方面试图走捷径。这只是前三项风险……

第二步，我们“确定”我们的目标。所有的CEO都想给自己的公司留

下印记，都希望在企业价值观、短期目标和长期目标以及公司使命的官方叙述中留下痕迹。

第三步，我们“度量”管理内部行为的动态规律。典型企业绩效分析衡量每个员工带来的增加值，以及他们的效率等。另一方面，像海特的五因素模型和人力资源管理局的全球满意指数这样的分析有可能衡量员工是否使得企业更加严谨、更加适应新的想法，以及更愿意重视长期价值而非短期价值。

第四步，我们“优化”目标。在金融风险管理中，这意味着创造最优的资产结构和对冲工具。在行为风险管理中，这可能包括创造激励使员工遵守合规程序、通报规定使员工行为与目标一致，或在行为风险集中的领域安排监督者。

最后一步，最重要的是，我们需要“注意”系统中的任何新变化，以确保行为风险管理手段达到预期的效果。

这个类比例子中最薄弱的一环是第三步：度量行为。对人类行为的量化理解，我们还只是初学者。现在离金融界的“量化心理”革命恐怕还有漫长的时间。在有准确的数字之前，行为风险管理只是一种愿景，不具有可操作性。金融风险管理有一个庞大的分析基础，包括价值数百万美元的软件平台和实时数据供应商。然而没有什么可以支持行为风险管理者，至少现在如此。目前，心理学的资料、社会网络图和工作满意度调查都仅仅是供人力资源部门使用，而非风险委员会或公司董事会。尽管如此，任何科学的尝试仍然应该立足于度量标准。

虽然量化的行为风险模型还在建设中，但适应性市场假说则表明我们可以在此之前做一件事：开发企业生态系统的综合视图。通过记录组织内每个个人获得奖励的结构，我们可以定性地了解许多行为风险的内容。例如，如果金融机构的首席风险官的奖金只与公司赢利能力相关，而不考虑公司的稳定性，那么这个人就没有必要考虑公司的风险。这就

直接成为SIMON方案中的“度量”部分。

那什么是量化的行为风险模型呢？最终，它将是一个由可观测的一般和特殊因子构成的函数，基于强有力的实证数据——而不是经济学中理性人假设——以预测个人行为和群体行为。例如，我们想象财务主管的风险偏好能够通过以下数学公式量化：

$$Y_i\text{（风险偏好）}=\beta_{i1}\text{（奖励）}+\beta_{i2}\text{（潜在损失）}+\beta_{i3}\text{（职业生涯风险）}+\beta_{i4}\text{（竞争压力）}+\beta_{i5}\text{（同僚压力）}+\beta_{i6}\text{（自我形象）}+\beta_{i7}\text{（监管环境）}+\in_i$$

式子中系数衡量每个因子对管理层风险偏好的重要程度，各个因子随着时间、环境和制度的不同而变化。

如果我们能够为每个机构估计这样的行为风险模型，那么我们就可以定量地定义一个金融“文化”：拥有数量重要性相似的因子的一群同事。过度冒险和公然无视规则和监管的文化可能由整个部门具有很高的“奖励”和“竞争压力”因子和很低的“潜在损失”和“监管环境”因子的个人所组成。

当我们实证估计了这样的行为风险模型，我们就可以开始从微观的、个人的层面来理解盖柯效应，并开发解决这个问题的方法。而现在这似乎更像是科幻而不是科学，但至少这是发展的开始。2009年，在金融危机之后，荷兰央行在一个备忘录中提出了一项新的监督银行的“道德文化七要素”：

这份文件呈现了荷兰央行关于行为和文化问题的战略。它描述了将道德行为和文化纳入监管的重要背景和原因，阐述了这样做的法律框架，并描述了目前的状况，包括机构内部管理和荷兰央行的监督行为。在介绍道德文化和良好行为这些要素的同时，该文件描述了荷兰央行未来决定其监督行动的模式，以及2010—2014年的总体行动计划。[注]

荷兰央行在建立文化、组织和诚信研究中心时，雇用了一些组织心理学家，并要求他们专门搜集建立这样的行为风险模型所需的实证数据。与此同时，荷兰央行实施了多项内部研究项目，以开发侧重企业文化的新型监督方式。[注]在2014年最新发布的2014—2018年度监督策略文件中，荷兰央行指出："监督现在变得更具前瞻性。机构的商业模式及其企业文化和决策过程（可能对企业长期稳定有重要影响的因素）现在已包括在监管中。"[注]

传统上，相比美国，荷兰金融监管方和金融产业之间的对立较少。那么美国可以开发类似的手段吗？最近纽约联邦储备银行的研究人员开展了一项重要实证研究的第一步：他们发布了一次关于美联储大型金融机构监管活动的报告，介绍这些活动日常是如何配置人手、组织和实施的。[注]这项调查为银行监督提供了前所未有的透明度——对于许多与这些政策和程序没有直接利害关系的利益相关者而言，这是金融体系的另一种X射线。报告的作者非常理解这一需求："了解审慎的监督是如何工作的，是衡量其影响和效力的关键前提。"

让我们再回到SIMON方案。在我们确定了在金融体系中所需的具体目标和行为并加以度量后，我们如何实现最优化？一点也不奇怪的是，大多数经济学家和私营部门喜欢经济激励，这可能是最直接的方法。但是，还有其他可用于行为风险管理的工具。理想情况下，我们希望改变环境来使人们适应新的目标。这些可能的环境变化包括公司治理结构的变化、社会网络的使用和同行评审，以及公众的认可或者公众面前的难堪。

例如，如果组织的文化视冒险等同于权力和威信，就可以考虑以下三个措施。第一个解决方案是公司治理结构的改变，以增加相互制衡。我们可以任命一名首席风险官，直接向公司董事会报告，并只能通过董事会表决的方式罢免。如果首席风险官确定该公司的风险水平达到无法接受的高度，且CEO没有诚心回应首席风险官降低风险的要求，首席风

险官有权力和责任暂停CEO的职务。

第二个更激进的措施是使所有薪水高于某个门槛的员工——例如100万美元——对所有针对该公司的诉讼承担连带责任。这样一个措施将大大加强对公司活动的监督，减少不当行为和鲁莽行动发生的机会。公司仍然可以通过限薪来维持其有限责任的法定地位。

最后，波士顿学院的爱德华·凯恩（Edward J.Kane）提出的一项更为极端的措施是让管理层个人对未能保护的公众权益承担刑事责任。(注) 毫无疑问，这会改变一些非常重要的金融机构的企业文化。当然这也大大降低了公司愿意承担的风险，和股东利益可能不太一致，而且可能会使得整个金融体系降温。

一个组织的行为目标的优化不像我们看到的理性经济人的利润最大化那样简单。它涉及与公司核心价值观和使命相符合的各种激励措施与治理机制之间的权衡。妥协、制衡和甚至故意的捣乱都会提供一些基本的负向反馈，因此任何人都不太可能由此达到个人最优。尽管如此，这足够让组织管理学家赫伯特·西蒙满意了。这可能不是完美的，但它应该是足够好了。

监管者对行为风险建模也有同样的诉求。正如我们在上一章所看到的那样，SEC多年来都没有发现麦道夫的巨额欺诈，部分原因是更担心进行了错误的调查。这是对报复的风险厌恶。SEC最近的改革提供了一个机会，像人力资源管理局问卷调查这样的定量指标能够结合实际的欺诈和渎职模式来制定更多的适应性监管机制。例如，当市场出现上涨时，监管者应该考虑提高对最易受伤害的亲密关系间潜在庞氏骗局的监测水平。这样的法规还有助于监管者针对具有最可能违反关键法规的机构进行检查——根据行为风险模型来定义它们具有这样的文化。

适应性市场假说预言，金融监管者和金融机构将强烈倾向于适应彼此的行为。监管者可能很容易地和它所监管的公司一样出现功能性失灵

的文化，就很像公共卫生工作者被他们正在医治的疾病所感染。有时候，这导致了监管全面失效，被监管者成为事实上的监管者；其他时候，这不过是开出一张错误地写着“健康状况良好”报告单。为了保持有效性，监管者需要保持不受其他企业文化价值观的感染，同时保持对其深入的了解。这件事知易行难，但一个可能的起点是使用相同的行为风险模型来自我识别潜在的问题，以避免更严重的失误。

金融文化不应该成为固定的约束，而应该是人为的、合理的选择。由于行为科学和社会科学、大数据技术和人力资源管理的进步，在监管的历史上，我们第一次拥有建立行为风险模型的学术手段。新兴的行为风险管理学科提供了一种度量和管理公司文化的方法。

借用雷因霍尔德·尼布尔（Reinhold Niebuhr）著名的宁静祷告，行为风险管理者必须试图平静地接受那些不能改变的文化，并勇敢地设法改变那些可以且应该改变的文化，而行为风险模型需要和司法研究区分开来。我们现在所需要的，就是执行的意志。

---

1. Zimbardo (2007,451–456).
2. I thank Hamid Mehran for suggesting this terminology.
3. Tversky and Kahneman (1981).
4. Lo (1999).
5. De Nederlandsche Bank (2009).
6. See Nuijts and de Haan (2013) for further details of DNB’s current efforts on supervising bank culture.
7. De Nederlandsche Bank (2014).
8. Eisenbach et al.(2015).
9. Kane (2015).

第12章 大胆冲进无人区

金融星际迷航

1964年，一名洛杉矶前警察向德西路制作公司提供了一份16页的剧本创意。德西路是喜剧演员露西尔·鲍尔（Lucille Ball）的电视剧制作公司。制作总监赫伯特·索洛（Herbert Solow）对这个剧本创意很感兴趣。在他的好莱坞生涯之中从没见过这种情节——比较狂野的、乌托邦式的、冒险的。他很快就和这名前警察签了三年的合同。索洛说服了即将成为传奇电视剧制作人的格兰特·廷克（Grant Tinker），来委托美国全国广播公司定制一小时的试映。美国全国广播公司的高管拒绝了这次试映，称这个对普通观众来说“太烧脑”。不同寻常的是，他们再次提出了试映请求，盛传是由于露西尔·鲍尔的坚持。试映的版本是成功的，随后这个电视剧播放了三季。

你也许已经听说过这部电视剧：《星际迷航》。注这位由警察转型为好莱坞演员的是吉恩·罗登贝瑞（Gene Roddenberry），他不仅曾经是洛杉矶的一名警察，还是二战期间的一名轰炸机飞行员，也是中东的长途航线飞行员，这些职业都成为故事的原型。但是，罗登贝瑞的视野比简单的冒险更深入，虽然他经常自嘲说这个系列是“星际老式马车厢火车”。今天，几乎没有人记得西部的老式火车——实际上几乎没有人记得西部片了，但是，我们不仅都记得《星际迷航》，还仍然在看《星际迷航》，更重要的是，我们仍然在思考与星际迷航有关的事情。

这个电视剧在收视率上并不算成功。像网络时代前的许多富有想象力的节目一样，美国全国广播公司中没有人清楚该怎么推广它。但是，《星际迷航》在很长时间之后一直停留在公众的记忆中，并不像其他电视节目那样被遗忘，因为它大胆地重新塑造了未来。那个时代没有贫穷，少有疾病，种族不再有区别，冷战的政治冲突已经成为历史书中的古老故事，技术解决了阳光下几乎每一个问题，以及太空旅行是司空见

惯的。美国星舰“企业号”的船员包括黑人、白人和亚裔，男人和女人，俄罗斯人和美国人，人类与外星人。地球正处于和平状态（虽然有克林贡人），技术使每个人的生活都超出了1967年的梦想所及。事实上，《星际迷航》的未来是如此的完美，以致作家经常要创造有神一样力量的外星人来给剧情制造更多的冲突。

《星际迷航》对包括我在内的几代年轻观众，都是鼓舞人心的。它激发了无数人从事科学、技术和工程以及电影、电视和其他戏剧艺术方面的职业。由于尼切尔·尼科尔斯（Nichelle Nichols）扮演的乌乎拉中尉，梅·杰米森（Mae Jemison）受到启发加入美国国家航空航天局并成为第一位非洲裔美国女子宇航员。《星际迷航》彻底改变了文化环境，难以想象没有它的现代生活。这个电视剧预言了日常生活细节中的许多技术，在几十年后都成为现实。《星际迷航》中有通信器，现在我们有手机；《星际迷航》中有三录仪，现在我们有智能手机和FitBit 智能手环——虽然它们还不够聪明，不能诊断疾病。史波克先生可以问与“企业号”相关的问题，并接收到用吉恩·罗登贝瑞的妻子玛婕尔·巴雷特（Majel Barrett）配音的声音答案；今天，我们有Siri、Cortana（微软个人智能助理）和Alexa（一款语音助手）来回答有关我们自己企业的日常问题。当我们回家时，我们可以坐在人体工程学椅子上，当在宽屏电视机上观看世界大事时，滚动触摸板，就像柯克船长一样。唯一缺少的是光子鱼雷。

但现代生活中有一个方面是《星际迷航》没有涉及的，那就是金融。直到最近我才想起来，小时候我对金融并没有多少兴趣。但是，在看了一部最近的《星际迷航》电影之后，我开始考虑未来的金融可能是什么样的。如果适应性市场假说被证明不仅仅是一个假说，那么我们可以用这些知识做些什么呢？我对此感兴趣的原因不仅仅是学术。我没有水晶球来预言在可能的生存挑战下——气候变化、流行病或者小行星撞击地球，未来会怎样，也不知道未来会有什么令人惊奇的技术创新，使我们可以克服这些挑战，但我知道有一件事是确定的：无论在什么情况

下，金融都一定会扮演主要角色。如果是这样，我们现在不应该开始准备吗？

《星际迷航》教会我，有时需要相信一件事才能发现它。我们需要乐观的猜测和愿景，前往没有人去过的地方。这包括重新想象一个金融系统。因此，本着这个精神，我想在结论中再做一些想象，推测未来的金融和金融的未来。

---

1. See Pearson and Davies (2014).

“电脑，管理我的投资组合！”

在一篇重要的文章《我们孙辈的经济可能性》（*Economic Possibilites for Our Grandchildren*）中，约翰·梅纳德·凯恩斯写道：“越来越多的社会阶层和群体会解决其经济必要性问题。”[注]凯恩斯认为实现一个《星际迷航》般所有人的“闲暇富足的时代”在人类能力范围之内，我也一样认为。凯恩斯写下这句话的时候是在1930年，在大萧条的深处，在经济史上一个灾难性的时期，但他可以超越全球性的金融灾难看到一个好得多的前景。这不会在他在世时实现——凯恩斯预计可能需要100年或更长的时间，但今天，这已经近在眼前。

但这段话还不是真正令我震惊的。凯恩斯这样总结他的文章：“如果经济学家可以被认为是像牙医一样谦逊的、有能力的人，那将太棒了！”现在这正是一个值得考虑的目标，而其中一个迫切需要的领域就是金融管理。我们需要低调而有能力的管理世界财富的方法，尤其在全球的新兴中产阶级都开始为自己投资的时候。

这种低调的“金融牙医”的一个典范当然是指数基金。即使有效市场假说不完整（回顾博格的成本影响假设），传统的市值加权静态指数基金对于一般投资者仍然很好。但是一些投资者仍然想要寻找更多利润，希望能够在贝塔的海洋中找到阿尔法。在这个过程中，他们投资那些使用难以理解的策略、对外界不透明有时甚至完全秘密的基金，比如对冲基金。这虽然对投资者来说可能是有利可图的，但可以想象这远不同于金融牙科。你会把你的牙齿放在一个尽可能对你的治疗方案保密的牙医手中吗？

第8章所述的动态金融指数是朝着这个金融牙科迈出的重要一步。这些新的指数严格说不是被动的，但它们确实是全自动的、不受人为的

干预。使用动态指数不需要特殊的技能——实际上，像智能手机一样，每一个投资者都可以拥有。

动态指数能够为一般的投资者揭开投资策略的神秘面纱。通过点击或触摸屏幕上的按钮，投资者将能够详细了解一个通用版的策略与其他策略相比随着时间推移表现如何，也包括与整个市场相比的结果。有一些基金可以被认为是动态指数基金。例如，有一些生命周期基金根据自动公式调整其持有的债务和股权比例。随着这些基金接近到期日——通常是投资者的计划退休日期，投资组合将变得更加保守。

我们很容易想象出针对更具体的目标去设计更复杂的动态指数。我们甚至可以想象一个动态指数系列，每个都采用不同的自动策略，就像智能手机上的各种App一样。选项可能包括著名投资风格和对冲基金策略的通用版、投资组合中股票加权的方法、目标到期日等。

但动态指数可以做得更多。正如约翰·博格尔的指数基金用前所未有的方式使金融世界变得向大众开放，动态指数可以继续沿着这个方向前进。这种策略的最复杂版本将考虑到你的特定财务目标、你的预算限制、当前的和未来可能的情况以及身体健康状况和心理特征等各种其他个人属性。如果你29岁、单身、健康、没有债务、有1万美元的储蓄、是一个高科技创业者，那么相比一个75岁、退休、已婚、有三个孩子和两个孙子、50万美元的储蓄，还有第四期结肠癌的人，你的投资组合将完全不同。想象一下，你可以像柯克船长一样，简单地对你的智能手机说：“计算机，管理我的投资组合！”它就根据你的具体需求和目标建立了你自己的个人动态指数。

现在假设你的智能手环或iWatch（苹果智能手表）——本来是用来监控你的生理状态的，连接到了名为“沃伦”的投资组合管理App上。沃伦可以使用来自合作的经纪公司及其客户的数百万其他投资者的财务和生理数据，确定你是否因为市场下滑而情绪异常，并帮助你在此期间管理风险和情绪状态。例如，为了回应你在标准普尔500指数下跌10%后

向经纪人发出的抛售持有的所有股票的决定，沃伦可能会说："你确定要这么做吗？和你情况类似，但在过去20年里做到前10%回报率的投资者，通常不会选择在这个市场环境下变现。要不要考虑卖出1/3的股票而不是100%？"而且如果你忽视沃伦并选择变现，沃伦可能会在一两个月后提醒你，确定你的生理状态已经准备就绪、可能会是回到市场的好时机。

这些听起来像科幻小说吗？目前为止确实像是。但是，现在的技术已经完全支持创造所有这些产品和服务——甚至包括沃伦，所以这只是一个时间和金钱的问题。金融科技，或者说人们正在逐渐熟悉的其简称"Fintech"，正在迅速改变个人投资和消费者金融的格局，继续博格尔和先锋基金在近半个世纪前开始的潮流。由于动态指数在某种意义上是一种软件，所以甚至可能会经历与其他软件类似的成本大幅下降和性能提升的过程。正如最初的指数基金造成投资生态系统发生重大的变化一样，动态指标基金有可能产生类似的变化，因为有更多不同观点的人士将其知识融入市场中，从而降低了群体思维的潜力。

美联储前主席保罗·沃尔克在2009年表示，过去20年来银行唯一有用的创新是ATM。虽然我非常不同意这一点，但也无法否认ATM对金融消费者的帮助。想象一下投资组合管理变得与ATM一样简单和可靠的情形。这不会取代积极管理的作用，正如ATM的扩散并没有使得银行柜员被取代一样。这些产品将是可靠的、常见的、不再神秘的——在一些小的方面帮助人们进入金融投资的世界，逐渐变得像牙医一样，低调又有能力。

---

1. Keynes (1963).

治愈癌症

全球资本市场的力量是巨大的。金融市场汇集了世界各地几十万计的专业人士的集体智慧，在称为全球经济的一个更大的集体智慧中，组成了一个人类超级计算机。正如我们所看到的，从进化的角度来看，这个超级计算机并不完全可靠，但它仍然是非常强大的。如果我们能够利用这个强大的超级计算机来承担人类面临的最大的挑战会怎样呢？我会大胆预测：借助正确的金融结构，介入全球金融市场，我们可以在未来20年内解决世界上最棘手的一些问题，如癌症、全球贫困和能源危机。让我们从癌症开始吧。

癌症是发达国家面临的最紧迫的健康问题之一。在美国，每年有超过150万人被诊断患有癌症，近60万美国人死于癌症。癌症目前的5年生存率只有67%。癌症也对经济造成伤害：美国国家健康研究院估计，癌症每年造成的损失超过2000亿美元，其中一半是医疗费用，另一半是过早死亡的损失。这大大超过了GDP的1%，每年都是一场小型战争的成本。就个人来说，过去几年，癌症已经使我失去了几个朋友和家人，一些读者可能也经历过这样的不幸。

幸运的是，科学家和临床医生几乎每星期在治疗各种癌症方面都有突破。像四期黑素瘤这样的诊断在几年前还相当于死亡判决，而现在可以被相当成功地治疗，在某些情况下甚至可以治愈，就像美国前总统吉米·卡特（Jimmy Carter）最近患上这种恶性癌症时一样。是的，我使用了大多数肿瘤学家10年前从不敢使用的“治愈”一词，我们现在已经达到了可以治愈癌症的程度。

然而，生物医学研究和药物开发业务中会出现非常严重的错误。当我们准备在治疗一些危及生命的疾病方面取得实际突破的时刻，我们

削减了生物医学研发的公共资金，而这资金是对建立支持整个药物开发行业的科学基础至关重要的。图12.1说明了最近的这一趋势，在2003—2015年，美国国立卫生研究院的预算是世界上生物医学研究最大的资金来源，按照不变的价格还下降了22%。这一下降是由于2013年3月1日开始的政府开支预算缩减，全面削减了包括美国国立卫生研究院在内的所有联邦机构的预算。但是，即使在减缩措施之前，趋势也明显是下降的。



图12.1 美国国立卫生研究院2003—2015年的预算，实际美元金额和调整通胀后的美元金额

来源：faseb.org

私人机构每年在生物医药领域也投入数百亿美元，但这种资金的性质截然不同。投资者要求其资本回报率，他们不会为基础科学提供资金，因为无法获得新知识的金融报酬，除非具有专利性或商业性。许多基础科学，如沃森和克里克发现的DNA双螺旋结构，或者人类基因组的

测序，都无法获得专利，但对于其他许多可申请专利的应用有巨大价值。因此，生物医药部门私人投资的繁荣和萧条，取决于寻求资金的公司的风险和收益。

在20世纪90年代后期，生物技术公司炙手可热，在某些情况下甚至超过了同期起步的互联网公司。然而，在2002—2012年，生物技术创业公司的风险投资表现不佳，造成了资金的流失，因为投资者希望有一片更好的牧场。例如，2002年，生物技术风险投资进行了7亿美元的首轮融资（指企业初次获得外部机构投资者投资）。到2012年，这个数字下降了1/3，为4.44亿美元。[注]2002年，美国有440家生物科技风险投资公司，但到2012年，该数字下降了2/3，为141家。[注]

自2013年以来，资金状况有所改善，特别是那些已经可以通过IPO筹集资金的成熟生物技术公司。然而即使如此，股市周期的不可预测性对公司上市的可能性有直接的影响，因此公司难以依靠IPO在最需要时筹集资金。IPO与最初研发之间存在资金间隔，称为融资的“死亡之谷”。

这个间隔特别令人尴尬的地方是，科学发现似乎没有相对放缓。如果一定要说有什么变化，生物技术的科学前沿反而正在以指数级增长的速度前进。一个粗糙的测度是提交生物技术研究专利数量的增长：2011年为3056个，而2015年为4257个。[注]另一个测度是美国国立卫生研究院的基因银行数据库编制的公开可用基因序列数。[注]在1982年，共有606个遗传序列可供公众使用，可能也就填满一本小册子。到2016年2月，共有超过1.9亿个DNA序列，成为一个庞大的遗传信息库，而且每21个月增长一倍——即便基因银行已经被其继任者——全基因组鸟枪测序项目所超过。（“鸟枪”是指涉及的DNA测序的革命性新方法）。我们对这些基因如何转化为人类特征和生物功能的了解也在加深，现在我们不仅可以识别导致某些致命的基因，也可以修复它们，就像纠正手写稿中的错字一样。

但死亡之谷，以及生物技术风险投资和公开股市的周期性，无法跟上生物医学知识的惊人发展。因此，将新的研究转化为医疗需求最迫切的有用治疗手段变得越来越困难。这是为什么呢？

这种资金挑战有几个原因，但最重要的是药物开发过程越来越具有挑战性，即使我们对人类疾病的起源有越来越多的认识。事实上，这是因为我们越来越聪明，药物开发越来越难，财务风险越来越高。这看上去违反直觉，特别是在投资世界中，越来越聪明通常意味着风险更低、利润更高——想想沃伦·巴菲特、吉姆·西蒙斯和大卫·肖。然而生物医学不是这样。

举个例子。近年来，科学家们发现，某些药物在一起使用时是非常有效的，虽然它们独自使用并没有太多的效果。这种联合疗法的一个突出的例子是治疗艾滋病的高效抗逆转录病毒治疗。这种5种抗逆转录病毒药物的混合，一般叫作“鸡尾酒疗法”，将艾滋病毒感染从宣判死刑转变为慢性但可治疗的状况。据估计，2010年，这种治疗方法在全世界拯救了大约70万人的生命。[注]现在既然我们知道了组合疗法，那么似乎唯一明智的做法是尝试各种组合治疗我们想要治疗的所有疾病。事实上，一些生物医学专家认为我们不再需要新的药物了，我们应该能够用现有药物的组合来治疗几乎任何种类的疾病。

那么我们来做点算术。目前约有2800种批准的药物。如果我们想找到正确的两种药物组合来治疗某种疾病，我们需要尝试多少种不同的组合呢？答案是3918600。如果我们把目标扩大到三种药物，那么我们必须尝试36亿个组合，然后每次5种药物则是1.4万亿个组合。由于科学和道德原因，这些组合中的每一种都需要独立的临床试验，持续约10年，花费数亿美元，需要数以百计的患者，并且成功概率相对较低。这就是为什么药物开发越来越难，即使我们正在变得更聪明。随着药物开发变得更难，金融风险也增加了。

假设我为读者提供以下投资机会：我今天筹集了2亿美元的投资项目，这笔投资项目将在10年内没有任何现金回报，而在10年后，有5%的机会获得正收益，95%的机会什么也得不到。你会投资吗？我调查过的读者中大部分都有礼貌地坚决拒绝，甚至没有问我在这个罕见的5%的成功案例中会得到什么样的回报。他们通常回应说，在95%的失败率下，他们不需要了解这个投资的其他任何方面。就是没兴趣！

通过人体临床试验，并最终得到FDA批准的某种典型抗癌化合物实验，粗略估计就属于这种情形。每个组合的开发需要10—15年，直接现金支出2亿美元，而实验成功的历史概率只有大约6%。[注]因此，开发一种成功的药物（通常涉及尝试多种化合物和进行许多不同试验）的成本已经高达26亿美元。[注]

有一次，当我在MBA课堂上介绍这个例子时，一位好奇的学生问，一种成功的抗癌药物会产生什么样的收益。在这种不太可能的情况下，利润平均每年约为20亿美元（药物专利持续20年，但前10年通常用于临床试验以获得FDA批准）。这相当于在FDA批准药物时，也就是第10年一次性获得123亿美元。[注]图12.2总结了这些投资数据，并显示了初始资本和最终利润的时间表。它本质是一场轮盘赌，5%的概率是51%的复合年回报率，95%的概率为–100%的回报。或者，使用马科维茨–夏普投资组合优化理论，该投资预期回报率为11.9%，而年均标准差为423.5%。听上去怎么样？

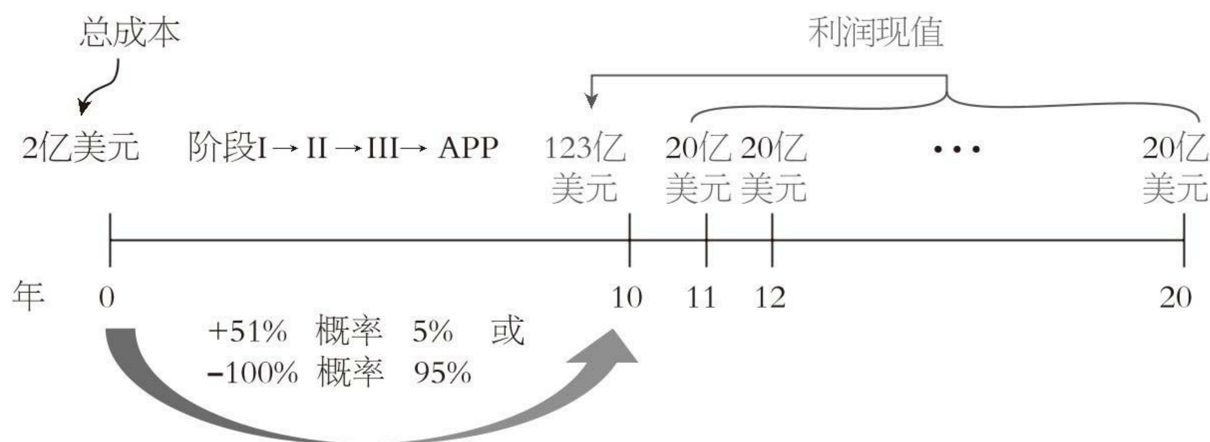


图12.2 抗癌药物开发项目的假想成本、利润和概率

来源：Fernades, Stein, and Lo（2012）

对于我问过的大多数人来说，答案仍然是一样的：“谢谢，不用了。”考虑到风险水平，它的吸引力并不大。

这些数字解释了为什么早期生物医药资金如此稀缺，因为其科学上的不确定性太高、金融风险太大。风险较大就意味着投资较少。相反，风险投资一直流向了像社交媒体、电子商务和金融科技这样靠近地面的果子上。你可以投资一个数百万美元的App，等待两年，就能以2500万美元的价格把它卖给Facebook或谷歌，在这种情况下，为什么要选择投资数十亿到数百亿美元并等待10年，还失败率很高的项目呢？

这些数字对生物医学创新产生了真正的影响，对患者也是。当我的母亲得了肺癌时，一位朋友向我介绍了一家非常成功的生物技术公司，正在为她的疾病开发新的治疗手段实验。我有幸与首席科学官会面。因为听说我是一位金融经济学家，他带上了首席财务官。我问了他们一个我原以为很单纯的问题：“你的资金来源对你的科研进程有什么影响吗？”

首席科学官看了一眼首席财务官，悲伤地摇了摇头，转过头来对我说：“当然影响！我们的科研进展完全取决于投资。”

此时，作为经济学家，我想我明白了：研发费用需要花钱，投资者需要获得合理的回报率。但是从患者的儿子的角度来看，这个答复令我愤怒。利率、股市波动和美联储政策与利用血管生成抑制剂或免疫治疗来治疗非小细胞肺癌应该有任何关系吗？当然没有，然而资金推动了科研的进程。

我不是肿瘤学家，但不应该是反过来吗？为什么不是科研进程推动融资？问题在于投资者不喜欢风险，但最创新性的疗法有时是最不确定的。当你朝着外场屏障挥棒希望打出本垒时，你可能会比只想上一垒或二垒更容易出局。

所以事情就成了这样：新药物开发越来越难，财务风险越来越大，早期资金越来越少。我们可以做些什么呢？如果我们可以通过金融工程改变药物开发过程的风险/收益情况会怎样？我们在其他投资项目上一直在做类似的事情。现在来看看怎么做。

我们不是一次投资一个项目，而是同时投资150个这样的项目。我知道这听起来很疯狂。首先，你需要150个2亿美元，也就是300亿美元。从哪里能搞到这么多钱？作为经济学家，我的答案很简单：只需要“假设”我们有300亿美元，稍后再回到这个假设。不过更令人不安的问题是：如果你连一个项目都不想要，因为它只有5%的成功机会，那么为什么要投资150个？

这里的关键在于分散风险。即使每个项目都只有5%的成功机会，但在投资组合中拥有的项目越多，其中至少有一个将会获得成功的机会越大。如果你有14个项目，成功与否就差不多是五五开了。这样一来，通过分散风险的力量，在150个独立项目中获得至少3个成功的机会是惊人的98%。有了3项成就，该投资组合的价值就至少为3个123亿美元，或者说大约370亿美元。这就成了药品开发中的制胜金球。

现在我们有了一个明确的成功愿景，可是第一步怎么办呢？我们去

哪里获得300亿美元投资150个癌症药品项目？在2015年，投资生物技术的美国风险投资总额为76亿美元——生物技术风险投资公司的资金不足以支持这样规模的投资。[注]

答案是债券市场。如果我们在10年内有98%的机会至少赚取370亿美元，那么根据目前的利率，我们可以通过发行长期债务为300亿美元的融资来提供一半以上的资金，这150个项目就作为抵押品。换句话说，如果债券违约，这些项目的所有权就转移给债券持有人。这对债权人来说不能算全部损失，150个生物制药项目的知识产权，即使不成功，仍然有可能是有价值的。按照目前的利率，通过发行长期A级债券可以融资到超过270亿美元。[注]如果我们使用金融工程里的其他工具，比如证券化、担保债务、信用违约互换和其他类型的衍生证券，我们可以做得更好。

对此你可能还在犹豫这是否真的是一个好主意。毕竟，当我们回顾近期的金融危机时，我们在第10章中看到的不就是这些相同的金融创新吗？我不得不承认，正在进行的金融危机的研究，促成了我这样的思考。金融危机不是因为这些技术不起作用而发生的，而是因为它们的效果都太好了。沃伦·巴菲特将这些技术描述为“大规模毁灭性金融武器”，就是因为这个关键的事实。

证券化、信用违约互换和其他衍生证券就是金融领域里的爱因斯坦著名公式（$E=mc^2$）。全球金融市场拥有巨大的力量，当以不受控制和不负责任的方式引爆时，就会发生泡沫、崩溃和核爆炸后多年的放射性灰尘。但是，这种比喻也是两面的——这也意味着，当我们仔细地和负责任地使用这些工具时，我们将有无限的动力来推动创新和经济增长。

为什么不去试图规划一个抗癌药物开发的繁荣时期呢？这个市场是美国房地产市场的千分之一，所以很难对经济造成广泛的系统性影响——当然潜在的系统效应还是应该被考虑和管理。抗癌治疗发展的历史

统计资料的完整记录证明了它与商业周期的关系并不十分紧密，因此这一证券化过程对经济繁荣和萧条的敏感性不会达到抵押贷款市场的程度。最后，就人类福利而言，治愈癌症似乎是比仅仅提高房产的所有权更值得追求的一个目标。

我们已经看到房地产市场金融创新这样一个负面的极端，现在让我描述一个可能的正面极端。想象一下，世界上一些最有天赋的生物医学专家和医疗保健投资者创造了一个数十亿美元的“治愈癌症”超级基金。这个基金投资了大量真正有风险但可能挽救生命的癌症治疗方法——我是说治愈，而不是仅仅延长癌症患者两三个月的痛苦。通过发行我们都可以投资的“癌症债券”来为这个基金融资，就像美国政府为筹集二战资金发行的战争债券一样。超过8500万美国人购买了这种战争债券，到1946年，它筹集了超过1850亿美元，相当于今天的2.3万亿美元，这可是一笔非比寻常的金额。

我们可以同样这样做来资助对癌症的斗争。如果我们这样做，你会投资吗？几乎所有我询问的人都立即说“会”，这和我从单一癌症药物项目得到的回应完全不同。现在想象企业养老金、基金会和捐款的投资。保险公司在人寿保险和年金业务中都有一种特殊形式的风险，称为“长寿风险”。虽然这么说不太礼貌，但如果人们寿命长于预期，它们确实会亏损。它们可以把其巨大投资中的一部分投入这个基金，来对冲它们的运营模式所面临的长寿风险。由于癌症对两党来说都是杀手，立法者也应该愿意参加。

不过这样的几十亿美元的治疗癌症的大型基金真的有可能存在吗？我相信是可能的。当然，我们用来说明癌症超级基金的简单例子只是阐明了最重要的特质，忽略了一些实际的挑战，我当然没有生物医药或制药业务的经验来运行这样一个基金。但是，我非常幸运地遇到了一些合作者，这个集体有足够的专业知识。我们为新的融资结构和商业模式制定了更详细的建议，可以资助各种生物医学工作来解决癌症和其他一些

如肌萎缩侧索硬化症（葛雷克氏症）、假肥大性肌营养不良症，甚至一些最棘手的疾病，像十多年来都没有新药获得批准的阿尔茨海默病。在许多情况下，我们发现，通过适当的融资，这些“超级基金”的投资者可以获得有吸引力的回报率。为了鼓励其他利益相关方尝试这些融资结构，我和合作者已经将这个计算机软件提供给公众，使用无限制的开源许可来使用和修改它，以便任何人都可以尝试自己的假设并看到结果。注

我们的研究有一个共同的主题：我们希望将风险项目集中到一个投资组合中，以降低风险并提高成功的概率。鉴于一个得到批准的药物就有如此大的利润，只要有一两个成功就足以覆盖其他失败的成本，尤其是当药物特别有效时。通过降低风险和提高收益，我们使这一投资机会对更广泛的投资者具备更多的吸引力。这就是为什么我们可以筹集更多的资本，尽管证券化这样的融资技术在生物技术行业不怎么常用。恰当融资的力量可以使投资对我们的杏仁核来说不那么可怕，对我们的多巴胺受体来说更有吸引力。

投资者有足够的能力为治疗癌症提供资金吗？我们已经知道，这笔资金对现在的风险投资来说太大了。这就是债务融资发挥关键作用的地方。在2015年，美国债券市场的规模为40万亿美元，我们的癌症超级基金相比起来不过是一个零头。截至2016年7月，美国的共同基金共有16万亿美元，货币市场基金为2.7万亿美元。光是加利福尼亚公职人员退休金系统——一个常规投资各类固定收益证券的基金——截至2016年8月，就管理着3050亿美元资产。

我们没有理由只考虑美国国内资本来源，我们可以出国去寻找，因为金融和癌症都是国际性的。截至2016年6月，挪威的一个主权财富基金——挪威政府养老基金的价值就为8550亿美元，目前持有全部欧洲股票的比重超过2%。没有人准确地知道中国的主权财富基金有多大，但估计也是数千亿美元，考虑到人口的数量和年龄结构，以及中国可以从

开发癌症治疗方面得到很大的利益。只要我们正确地组织融资，就有足够的投资资金用于癌症超级基金。

毋庸置疑，至少有两个原因，癌症治愈基金将是一个具有挑战性的项目。第一个是它的规模。管理复杂研发项目的大型投资组合将需要新的管理和治理结构。想想其他数十亿美元的技术项目（如阿波罗登月计划或曼哈顿计划）需要怎样调集国家资源。投资组合经理也必须确保基金风险足够分散，随着规模不断增加，这是因为管理150种非常相似类型的抗癌治疗的基金会比管理150种完全不同的抗癌治疗的基金更容易发生系统性风险。对于这个问题，在生物医学或金融领域可能还没有累积足够的智慧来匹配这个企业的规模。

另一个挑战是道德层面的。癌症债券天生就是复杂的。为了减少金融危机的可能性，必须向潜在投资者明确这些证券的风险和报酬。比如，整个环节中各方是否意识到真正的风险，金融危机会因此再次发生吗？具有治愈癌症这样社会目标的经理人会发现自己与投资者的赢利动机相抵触，以赢利为目标的经理人又将与项目的最终医疗目标相抵触。随着更多的资金投入项目中，滥用权力的可能性也将增加：从单个药物项目上的欺诈性研究，到顶层管理者的渎职行为。

这些挑战可以被克服，但仅仅通过经济激励措施来实现是不可能的。面对一次次挫折时我们需要看到治愈癌症的最终目标。每一项研究只有很小的可能性成功，这有时可能会令人沮丧。贪婪和恐惧的力量可能会压倒我们单独的个体，而我们会在重复失败的过程中不断适应。但如果我们能够建立正确的生态系统并得到一个正确的故事，我们就可以治愈癌症。

---

1. American Cancer Society (2016).
2. These challenges,along with some potential financial solutions described in this section,are explored in more depth in Fernandez,Stein,and Lo (2012),and Fagnan,Fernandez,Lo,and Stein (2013),Lo and Pisano (2016),and Montazerhodjat,Weinstock,and Lo (2016)

3. National Aggregate Data,PricewaterhouseCoopers/National Venture Capital Association MoneyTree™ Report,Data:Thomson Reuters,https://www.pwcmoneytree.com/accessed September 3,2016.

4. Dibner,Trull,and Howell (2003),Huggett (2015).

5. Huggett and Paisner (2016).

6. Data available at the National Center for Biotechnology Information’s website at http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/statistics.

7. Fauci and Folkers (2012).

8. Thomas (2012).

9. DiMasi,Grabowski,and Hansen (2016).

10. This figure is the net present value of a stream of $2 billion a year for ten years using a 10 percent cost of capital,the value typically used for the pharmaceutical industry.

11. National Venture Capital Association (2016,figure 3.14).

12. 截至2016年11月24日，美林银行A级债券的实际收益率指数是3.07%，因此发行一个面值370亿美元的10年期纯贴现债券在今天可以得到272亿美元。根据Moody’s Investor Services（2008，表28），10年期A级债券的累计违约率是1.095%。即使癌症基金在第10年无法得到370亿美元收益的概率是2%，仍然能被保守地评为A级。

13. See http://cancerx.mit.edu.

消灭贫困

罗登贝瑞的星际迷航世界最有趣的一个方面是不再有贫困，或者说至少在联邦内部（谁知道克林贡人和罗穆兰人如何对待他们的穷人）。这不是因为罗登贝瑞回避了这个重要的社会问题——药物成瘾、种族主义和宗教狂热都在各种情节中凸显。但是，在《星际迷航》中，贫穷已经是过去的事情了，因为未来的社会已经发现了满足每一个人的基本需求的技术，也许是食品复制者或者由锂离子水晶提供的几乎无限的能量来源的技术。这个愿景真的难以置信吗？鉴于技术创新已经使我们在20世纪人口几乎增长到5倍（回顾图5.1），这似乎并不是那么的不可能。

自柏林墙倒塌以来，世界发生了巨大变化。我们已经进入了伟大的全球中产的时代，而不是永远保持富人和穷人对立的世界。今天世界上大部分地区至少达到了20世纪的中产阶级标准，正经历着人类历史上无与伦比的财富激增。中国、印度，以及最近一些非洲国家成为这个令人难以置信的经济扩张的主要受益者。而与此同时美国也在受益，不仅受益于标准经济学那样解释的降低的价格，也受益于新的劳动力市场增加了文化接触，逐步缓解了全球战争的威胁。今天，正如杰弗里·萨克斯（Jeffrey Sachs）所相信的那样，贫穷的终结可能近在眼前。[注]

这是预示未来全球繁荣的一个了不起的开端。但是我们还没有实现全球繁荣，因为没人知道下一次全球经济危机何时会到来。现在世界上有足够的资源让每个人都不再是穷人。世界银行对极端贫困的定义是，每天生活费不足1.25美元、每年不到456美元。然而，地球上还有10亿人生活在这个水平以下，或者说每7个人中就有1个人。如果我们把世界GDP——约76万亿美元——除以目前的人口，大约是70亿，我们看到世界人均产值是10900美元，远高于世行定义极端贫困的456美元。考虑到历史变迁，这个标准大概相当于1940年的美国人均GDP，在我们的记忆

里并不是贫穷时期。如果把整个世界的收入平均分配，虽然大部分阅读这本书的人会变穷，更多的人将变得更加富裕。

当然，这种极端的再分配方式从长远来看很少会导致好的结果，但纯粹的资本主义也不会奏效。当中国被外国炮舰“打开大门”，或者东印度公司掌控印度时，人均收入并没有增长。在刚果自由邦，自由市场滋生了非洲历史上一些最严重的暴行，非洲大陆的中心在几代人的时间里成为经济的废墟。当我们回顾20世纪历史时，我们不应该对如此多国家选择了不同的形式感到惊讶，它们只是想在世界的蛋糕上切下自己应得的一份。

我们如何到达这样一个世界，生活在这个世界上的每个人都在经济上有机会，没有一个人会因为缺衣少吃而死亡？使用保罗·科利尔（Paul Collier）令人回味的短语，我们如何能够确保“底层的10亿人”每天有超过1.25美元维持生存？[注]事实上，这个数字还是太小了。我们应该问，我们如何帮助这些人走向富裕？

想想水和冰之间的区别。即使是冰水也没法立即凝固，因为在液体和固体两相之间有一个能量障碍需要克服。这个障碍的技术术语是熔化潜热，实际效果就是水会快速冷却，但只能保持在冰点，直到其熔化潜热全部被其周围吸收。甚至可以将水冷却至低于冰点并保持为液体，然而此时有趣的事情发生了——如果将籽晶棒放入这种过冷液体中，它将立即凝固。

经济增长的速度就像过冷液体遇到这样的籽晶棒。在不到一个人的一生那么短的时间中，一个社会可以让农民变成流行歌星，牧民变成核物理学家。实际上没有一个经济学家预言全球政治环境的缓和与技术创新爆发会引发当前的经济增长的浪潮。然而下一步，从全球贫困和全球中产走向全球富裕，可能会更难。

无论解决方案是什么，我都乐观地认为金融创新将涉及其中——这

是新的、适应性的全球资本再分配方式，旨在改善局部状况。我们对于需要做些什么也有了一些粗浅的规划。[注]未来的金融将需要保护区域经济免受“荷兰病”的影响，这种情况发生在经济过于依赖新发现的自然资源时，导致当地货币升值，生产的商品在全球经济中丧失竞争力。[注]还需要冷却“热钱”流动的影响，这种外部投资者不停地将钱从一个国家转移到另一个国家来追求最佳回报。在一些国家这还包括建立金融基础设施。拥有一个强大的和安全的银行体系就能极大地提高这些国家的生活水平。高储蓄率对于累积资本来支持当地的经济增长是至关重要的。这些新的消费者还在盼望得到一些基本金融服务，例如保险、退休金和养老基金，以及获得信贷，这些都是大多数现代美国人认为理所当然的。这些服务将有助于保证这些新消费者的财务安全，并使他们能够随着当地经济的变化规划未来。

为什么我相信这是可以在我们这代人实现的呢？越来越多的研究表明，生活在贫困中的人受到过大的压力，他们的生理压力反应导致他们做出不良的财务选择（回顾第3章中心理生理学研究中最糟糕的交易者的特征）。[注]这个反应似乎是普遍的，无论是绝对的贫困，像在撒哈拉以南非洲的居民，还是相对的贫困，像在瑞典、澳大利亚和美国的穷人。无法忍受的压力和日复一日对生活的担心造成了这种生理的困扰，无论是自耕农对降雨情况的恐惧，还是从事低薪零售工作的母亲在发工资前疯狂地寻找零钱来买一条面包。我就见证了当我的母亲努力养育三个孩子平衡家庭收支时，经济上的担忧造成的身体上和心理上的困扰，在这样困难的情况下会经常出现强大的非理性。

这项研究也有积极的一面。正如普林斯顿大学心理学家约翰内斯·豪斯霍费尔（Johannes Haushofer）所证明的那样，只要获得补助就可以降低压力的生理影响。[注]豪斯霍费尔和其合著者杰里米·夏皮罗（Jeremy Shapiro）在肯尼亚的农村家庭中使用随机对照试验发现，意外收到的现金大大改善了接受者的生理压力。与急性应激反应高度相关的应激激素皮质醇水平降低了，这些应激激素和“战或逃”的反应非常相

关，受试者报告的焦虑和抑郁水平也降低了，他们的幸福感则得到了改善。另一方面，同样的研究表明，减轻压力使人们能够更准确地处理财务风险并推迟财务收益，而不是让恐惧反应决定其财务行为。只需要有足够的钱，就能将压力和贫穷的决策恶性循环变成一个个人财富积累的良性循环。

这让我想起了《星际迷航》中非常有远见的一个系列“云族”。说的是阿尔达纳星球上，大多数被称作特洛格里特人的居民居住在星球表面上，在矿井里工作，而精英统治阶级云族生活在云彩城市斯特拉托斯。云族俯视特洛格里特人——字面上和比喻意义上，认为他们是暴力、粗鲁和劣等的种族。矿工和云族之间发生了惨痛的阶级战争，包括特洛格里特人的恐怖袭击，以及斯特拉托斯人残酷的报复，直到“企业号”的船员发现损伤矿工智力并引发他们侵略性的原因不过是矿井下的气体，只需要使用过滤掉这种气体的简单面具就让矿工与云族变得平等。解决贫困的方法有没有可能和这一样简单呢？

这看起来似乎太天真，但如果我们不停止将贫困视为罪恶，去寻找耻辱的根本原因，我们就不会取得这样的进展。想象一下，如果我们开始不再把贫穷看作懒惰或卑劣的结果，而是看成可能发生在我们任何一个人身上的感染，就像传染病一样，导致每个人同样不幸的结果。在这一点上，我们可能会开始通过更有效的干预措施来打破恶性循环，这些技术创新包括减轻压力、支持补贴生育、管理消费者财务、帮助个人做出更好的决策等。消除贫困的第一步是承认贫困本不必存在。

---

1. Sachs (2005).
2. Collier (2007).
3. Sachs (2005,244–265).
4. Collier (2007,38–52).
5. Haushofer and Fehr (2014).
6. Haushofer and Shapiro (2013).

新的故事

未来总是不确定的。伟大的美国哲学家约吉·贝拉（Yogi Berra）曾经说过："未来不会是以前的样子。"但美国经济学家弗兰克·奈特教会了我们如何将风险这个概念从不确定性中独立出来。风险是可衡量和量化的，不确定性则是未知数。现代金融经济学取得的巨大成就之一就是推翻不确定性，将不明确的未知结果转换为已知的、熟悉的数量关系，转化不确定性并控制风险来为自己服务。适应性市场假说告诉我们，随着我们将不确定性转化为风险，投资者将适应这一点，随后则是资本的到来。

作为金融经济学家，经过30年的努力，我相信，在适当的金融结构下，实现几乎任何事情都是有可能的。设想由一个超级基金承担许多艰巨任务的世界，不仅是治愈癌症，无论有什么重要的社会目标都由超级基金寻找可能的技术解决方案，比如治愈罕见病、开发新的能源、缓和气候变化的影响，或寻找心脏病、糖尿病、阿兹海默症和痴呆症的新疗法。这听起来像乌托邦一样，或者像《星际迷航》其中的一集？但它不应该是幻想。现在只要有资金，就完全可以组织研究，从而获得有吸引力的回报。

金融工程对长期目标尤为重要。有些私人基金会的起源可以追溯到文艺复兴时期，经历过了征服、暴政、种族灭绝和世界大战。有了正确的金融结构，几个世纪内助力美好的目标是完全可能的。

想想气候变化，这个挑战可能在我们这一代或我们下一代都无法解决。那么可以做些什么来解决这个问题呢？事实上，政治辩论中已经有了金融思想的密切参与。当政策专家讨论碳税与资本市场交易制度的优点时，他们明确地谈到利用金融市场的力量找到碳排放的最佳价格。当

不同的观点考虑气候变化对经济或多或少的影响时，他们使用折现率来计算净现值——而且大部分时候辩论的本质就是关于该比例的正确数值是什么。一个世纪后的人类生活水平值多少钱？你对这个问题的看法决定了你认为世界应该在气候变化方面做什么。金融是这场辩论的核心。

即使没有解决气候变化的政治方案，金融也有助于资助创新的技术解决方案。这些将涉及全球范围内的许多大型项目，例如液化大气层中二氧化碳并将其深埋在地下，也被称为地质工程。其中一些项目将需要相当多的研究和开发才能实施。例如，有一些细菌可以代谢甲烷，大气中影响最大的温室气体之一。[注]我们是否可以将这些细菌散播在大气上层，来消除使气候变暖的温室效应的主要根源？如果所有其他的方法都失败，也应该有可能发射卫星选择性地遮蔽地球，甚至有可能收获太阳能并将其传输到地球，为我们的电网供电，取代我们大部分的化石燃料消耗。（这可能不会在经济上有利可图，但这不过是最坏的情况。）

这些不是容易解决的问题。社会面临的挑战越来越大，因为低处的果实早已被采摘。“人口爆炸”已经消除，现在有些人反而担心人口下降。我们已经找到了令人心碎的婴儿死亡和大多数致命的儿童疾病问题的解决方案。大多数孩子现在可以学习阅读和写作。大多数人类不再是穷人。这当然意味着，剩下的挑战是真正困难的挑战，即决定我们作为人类物种的未来挑战。我们可以考虑到这一点的事实就证明了我们已经发展了数百万年的认知能力，但是生物学没有找到什么证据表明我们将来会继续取得成功。

我们似乎处于人类进化的转折点。我们现在有办法拯救自己，也许在其他行星定居，但也可能毁灭自己。吉恩·罗登贝瑞给了我们一个乌托邦世界的愿景，人们坐在舒适的椅子里星际旅行，还可以随时喝到一杯热茶。但是，我们不难想到反乌托邦、终结者世界和机器人大屠杀、核废地、环境灾难以及我们噩梦中的其他景象。然而，更无聊的反乌托邦是政治功能障碍和传统思维导致我们推迟重大问题的工作，推给子孙

后代去解决——直到某一时刻，世界面临太多迫切的问题，不得不做出一些非常困难的选择。

大型社会挑战需要前所未有的协作和集体智慧。金融是促进这种从未发现的集体智慧的最有效手段。与戈登·盖柯虚构的演讲相反，这种效率并不是贪婪带来的好结果。适应性市场假说告诉我们，单靠利润不足以解释市场在组织人类行为方面的成功。我们受到恐惧和贪婪的激励，但同样也受到公平的激励，也许最重要的是我们的想象力。

德国铁血宰相奥托·冯·俾斯麦（Otto von Bismarck）曾经把政治称为“可能性的艺术”。这样一来，金融就是“可能性的推动者”。通过金融，我们可以改变政治所能掌握的内容，将不可能变为可能。如果阿伦·李·罗斯顿用设想一个更美好未来的能力给了他巨大的自制力克服在蓝约翰峡谷的（断臂）痛苦，也许我们可以用正确的愿景做同样的事情。

一般来说，政客不会比我们其他人更大胆。在他们为自己的选民提交议案之前，他们需要有一个愿景来沟通。如果我们希望我们的政客更有效地工作，我们需要向他们传达这个愿景。这就是领导力的本质，创造这个愿景并激励其他人。

不同于任何其他物种，智人能够形成预期并对愿景做出回应——如果投资者期望治愈癌症，这时与他们分享这个愿景，他们将非常高兴为其提供融资。有正确的期望、正确的融资和正确的愿景，我们就可以做到惊人的事情。

---

1. Methylobacter tundripaludum.

我想成为哈维·洛迪什

最后，我想留下一个很有说服力的例子。它永远改变了我对金融可能产生的影响的看法，即使这个故事与金融无关。[注]这涉及我在MIT的一位同事——哈维·洛迪什（Harvey Lodish），著名的分子生物学家、著名的白头生物医学研究院的创始成员。当我听到哈维的故事时，我立即决定，我想成为哈维·洛迪什。现在让我来解释这是为什么。

1983年，哈维参与创建了一家小型生物技术公司，专注于治疗戈谢病。戈谢病是一种罕见的遗传疾病，在美国2万人中才有一个病例。这种疾病是由一种非常特殊的突变引起的，这种突变如同DNA中的错字，阻止身体产生分解脂肪物质重要的“管家”酶。没有这种酶，这些脂肪物质就积聚在白细胞、肝脏、脾脏和骨髓中。它大大增加了肝脏和脾脏的大小，过早地破坏血细胞，导致贫血和容易产生瘀伤的倾向，并破坏骨骼结构，导致严重的关节疼痛和骨质疏松症。对于1983年的许多戈谢病患者来说，这种疾病使人非常虚弱，甚至致命。然而这已是过去式。

哈维首先利用他的专长，提出为患者提供从人类胎盘提取的这种缺失的酶来治疗戈谢病。当时，这种酶令人难以置信的珍贵，需要22000只胎盘来治疗一个戈谢病患者。生物技术公司的洞察力——也是洛迪什的洞察力——发现，酶表面上有一种特定的糖类，像机场上的行李标签一样，以允许酶被正确的细胞类型吸收。它的效果仿佛有魔力一般，因此1991年FDA批准了新的治疗方法，称为塞拉地斯。然而，每年超过10万美元的治疗费用非常高，使得这种治疗方案仍然有争议。

这种高成本是由于它是从人胎盘中提取的，这是一种罕见的物品。但是哈维作为分子生物学家通过调查人类细胞如何使用DNA作为源代码来构建酶，如葡萄糖脑苷脂酶，这开始了他的职业生涯。他认为应该可

以找到编码葡萄糖脑苷脂酶的DNA的精确片段，并使用重组技术造出更廉价的酶。事实证明，这比他想象的容易得多——他发现另一位戈谢病的研究者欧内斯特·博伊特勒（Ernest Beutler）已经成功地克隆了该基因，于是哈维就要求使用它。博伊特勒给了他无限制的许可。这种治疗方法伊米苷酶于1994年推出，自那以后挽救了数千人的生命。你可能听说过哈维的小创业公司，它叫健赞，在2011年，它被赛诺菲公司以约200亿美元收购。

但这不是我想成为哈维·洛迪什的原因。我想成为他的原因是在2002年发生的事情。哈维的女儿这一年生下了她的第一个孩子，一个名叫安德鲁的男孩，哈维和他妻子的第一个孙子。安德鲁天生有戈谢病的突变。这种可能性有多大?

拥有突变并不意味着会体现出来，但当安德鲁10岁时，他开始出现症状。然而，由于安德鲁的祖父在他出生10年之前就开发出来的药物，他的治疗情况很好，仍然有一个完全正常和健康的生活。这样很酷，对吧？

我问他哈维是否有任何暗示，当他在1983年共同创办健赞时，就知道这个关键的行为有一天会拯救他的孙子的生命。出于很明显的原因，这是一个动感情的话题，哈维和我都努力保持冷静。他承认他不知道他的早期研究对个人会有如此惊人的影响。他当时只想使用他拥有的知识帮助有需要的病人。可以说是善有善报了。

这就是为什么我想成为哈维·洛迪什的原因。我从来没有荣幸能拯救生命，更不必说我的两个男孩、我未来的孙子，或是我母亲的生命。我不能，因为我不是医学博士，我的哲学博士学位专业也不是细胞生物学。我甚至不是医疗经济学家。

但我最终意识到我可以成为哈维·洛迪什。如果有一个超级基金存在，而且我投资了，这笔资金可能有一天可以帮助我解决我孙子/孙女

的疾病，无论是癌症、阿兹海默症，还是像戈谢病这样的罕见疾病。在像癌症这样的生死攸关的问题上考虑投资回报可能看起来难以置信地冷酷无情——我的母亲死于癌症，所以我清楚。但是，如果我们不考虑投资回报，我们不会得到用于处理这些可怕的困境所需的资金，更不用说像贫困、气候变化和流行病这样的其他社会议题。我们不应该让金融推动我们的目标，而是让目标推动金融。

我相信，未来的金融将能够解决所有这些社会关切的问题。我们的人类智慧将利用我们的集体恐惧和贪婪来解决我们的全球问题。至少，有效市场假说的真正信徒假设目前的市场正在将资金用于最佳用途，而不需要政策干预。适应性市场假说告诉我们，我们可以改善市场、方法或整个金融体系，适应我们的需求和应对环境的挑战。一些特质让金融体系容易出现暴民式的疯狂，也同样能够使金融体系在搜集和部署群体智慧方面发挥极大的作用。

只要我们不想如此，金融就不必是一场零和游戏。我们能把好事做好，如果我们都能一起做好事，其实我们现在就可以。我可以成为哈维·洛迪什，你也可以。

---

1. Fearer (2014),Dockser Marcus (2014).

参考文献

Abbe, Emmanuel A., Amir E. Khandani, and Andrew W. Lo. 2012. "Privacy-Preserving Methods for Sharing Financial Risk Exposures." *American Economic Review* 102, no. 3: 65–70.

Acharya, Viral V., Lasse Pedersen, Thomas Philippon, and Matthew Richardson. 2009. "Regulating Systemic Risk." In *Restoring Financial Stability: How to Repair a Failed System*, edited by Viral V. Acharya and Matthew Richardson, 283–303. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Adolphs, Ralph, Daniel Tranel, Hanna Damasio, and Antonio R. Damasio. 1994. "Impaired Recognition of Emotion in Facial Expressions Following Bilateral Damage to the Human Amygdala." *Nature* 372: 669–672.

Alchian, Armen. 1950. "Uncertainty, Evolution and Economic Theory." *Journal of Political Economy* 58: 211–221.

Alexander, Sidney S. 1961. "Price Movements in Speculative Markets: Trends or Random Walks." *Industrial Management Review* 2: 7–26.

American Cancer Society. 2016. *Cancer Facts and Figures 2016*. Atlanta, GA: American Cancer Society.

Andersen, Espen S. 1994. *Evolutionary Economics: Post-Schumpeterian Contributions*. London, UK: Pinter.

Anderson, Philip W., Kenneth J. Arrow, and David Pines, eds. 1988. *The Economy as an Evolving Complex System*. Reading, MA: Addison-Wesley.

Andrews, Edmund L. 2008. "Greenspan Concedes Error on Regulation." *New York Times*, October 23.

Aristotle. 1944. *Aristotle in 23 Volumes*. Vol. 21. Translated by Harris Rackham. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Arrow, Kenneth J. 1964. "The Role of Securities in the Optimal Allocation of Risk-bearing." *Review of Economic Studies* 31: 91–96.

Arrow, Kenneth J, and Simon A. Levin. 2009. "Intergenerational Resource Transfers with Random Offspring Numbers." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 13702–13706.

Arthur, W. Brian, John H. Holland, Blake LeBaron, Richard Palmer, and Paul Tayler. 1997. "Asset Pricing under Endogenous Expectations in an Artificial Stock Market." In *The Economy as an Evolving Complex System II*, edited by Arthur, W. Brian, Steven N. Durlauf, and David A. Lane, 15–44. Reading, PA: Addison-Wesley.

Bakalar, Nicholas. 2010. "In N.C.A.A. Pools, Picking Underdogs Is Overrated." *New York Times*, March 14.

Barnea, Amir, Henrik Cronqvist, and Stephan Siegel. 2010. "Nature or Nurture: What Determines Investor Behavior?" *Journal of Financial Economics* 98: 583–604.

Baron-Cohen, Simon. 1989. "The Autistic Child's Theory of Mind: A Case of Specific Developmental Delay." *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 30: 285–297.

Bartra, Oscar, Joseph T. McGuire, and Joseph W. Kable. 2013. "The Valuation System: A Coordinate-Based Meta-Analysis of BOLD fMRI Experiments Examining Neural Correlates of Subjective Value." *NeuroImage* 76: 412–427.

Bass, Thomas A. 1985. *The Eudaemonic Pie*. Boston: Houghton Mifflin.
——. 2000. *The Predictors*. New York: Henry Holt.
Baumeister, Roy F., Todd F. Heatherton, and Dianne M. Tice. 1994. *Losing Control: How and Why People Fail at Self-Regulation*. San Diego: Academic Press.
BBC News Magazine. 2012. "Congenital Analgesia: The Agony of Feeling No Pain." July 16. http://www.bbc.co.uk/news/magazine-18713585.
Bechara, Antoine, Antonio R. Damasio, Hanna Damasio, and Steven W. Anderson. 1994. "Insensitivity to Future Consequences Following Damage to Human Prefrontal Cortex." *Cognition* 50: 7–15.
Bechara, Antoine, Daniel Tranel, Hanna Damasio, Ralph Adolphs, Charles Rockland, and Antonio R. Damasio. 1995. "Double Dissociation of Conditioning and Declarative Knowledge Relative to the Amygdala and Hippocampus in Humans." *Science* 269: 1115–1118.
Behrend, Erika R., and M. E. Bitterman. 1961. "Probability-Matching in the Fish." *American Journal of Psychology* 74: 542–551.
Beinhocker, Eric D. 2006. *The Origin of Wealth: Evolution, Complexity and the Radical Remaking of Economics*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
Benner, Samuel. 1876. *Benner's Prophecies of Future Ups and Downs in Prices: What Years to Make Money on Pig-Iron, Hogs, Corn, and Provisions*. Cincinnati: Published by the author.
Berkshire Hathaway. 2002. Annual Report.
Bersaglieri, Todd, Pardis C. Sabeti, Nick Patterson, Trisha Vanderploeg, Steve F. Schaffner, Jared A. Drake, Matthew Rhodes, David E. Reich, and Joel N. Hirschhorn. 2004. "Genetic Signatures of Strong Recent Positive Selection at the Lactase Gene." *American Journal of Human Genetics* 74: 1111–1120.
Berton, Justin. 2010. "Biblical Scholar's Date for Rapture: May 21, 2011." *SFGate.com*, January 1. http://www.sfgate.com/bayarea/article/Biblical-scholar-s-date-for-rapture-May-21–2011-3204226.php.
Billio, Monica, Mila Getmansky, Dale Gray, Andrew W. Lo, Robert C. Merton, and Loriana Pelizzon. 2016. "Granger-Causality Networks of Sovereign Risk." Working paper, MIT Laboratory for Financial Engineering.
Billio, Monica, Mila Getmansky, Andrew W. Lo, and Loriana Pelizzon. 2012. "Econometric Measures of Connectedness and Systemic Risk in the Finance and Insurance Sectors." *Journal of Financial Economics*, 104: 535–559.
Bitterman, M. E., Jerome Wodinsky, and Douglas K. Candland. 1958. "Some Comparative Psychology." *American Journal of Psychology* 71: 94–110.
Black, Fischer. 1972. "Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing." *Journal of Business* 45: 444–455.
——. 1976. "Studies of Stock Price Volatility Changes." *Proceedings of the 1976 Meeting of the American Statistical Association (Business and Economics Section)*, 177–181. Alexandria, VA: ASA.
Black, Fischer, and André F. Pérold. 1992. "Theory of Constant Proportion Portfolio Insurance." *Journal of Economic Dynamics and Control* 16: 403–426.
Black, Fischer, and Myron Scholes. 1973. "Pricing of Options and Corporate Liabilities." *Journal of Political Economy* 81: 637–654.
Blinder, Alan S. 2009. "Six Errors on the Path to the Financial Crisis." *New York Times*, January 24.

Blinder, Alan S., and Ricardo Reis. 2005. "Understanding the Greenspan Standard." In *The Greenspan Era: Lessons for the Future: A Symposium*, 11–96. Kansas City, MO: Federal Reserve Bank of Kansas City.

Blume, Larry, and David Easley. 1992. "Evolution and Market Behavior." *Journal of Economic Theory* 58: 9–40.

Bocskocsky, Andrew, John Ezekowitz, and Carolyn Stein. 2014. "Heat Check: New Evidence on the Hot Hand in Basketball." Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract=2481494.

Bogle, John C. 1997. "The First Index Mutual Fund: A History of Vanguard Index Trust and the Vanguard Index Strategy." Electronic copy available at http://www.vanguard.com/bogle_site/bogle_lib.html#1997.

Boisjoly, Roger M. 1985. Interoffice memo to R. K. Lund, Morton Thiokol, July 15. Records of Temporary Committees, Commissions, and Boards, 1893–2008, Record Group 220. National Archives at College Park, College Park, Maryland. Online version available through Online Public Access (National Archives Identifier 596263) at www.archives.gov.

Bonner, John Tyler. 2006. *Why Size Matters: From Bacteria to Blue Whales*. Princeton: Princeton University Press.

Breimyer, Harold F. 1959. "Emerging Phenomenon: A Cycle in Hogs." *Journal of Farm Economics* 41: 760–768.

Breiter, Hans C., Itzhak Aharon, Daniel Kahneman, Anders Dale, and Peter Shizgal. 2001. "Functional Imaging of Neural Responses to Expectancy and Experience of Monetary Gains and Losses." *Neuron* 30: 619–639.

Brennan, Thomas J., and Andrew W. Lo. 2011. "The Origin of Behavior." *Quarterly Journal of Finance* 1: 55–108.

Brennan, Thomas J., and Andrew W. Lo. 2012 "An Evolutionary Model of Bounded Rationality and Intelligence." *PLoS ONE* 7, no. 11: e50310.

—. 2014. "Dynamic Loss Probabilities and Implications for Financial Regulation." *Yale Journal on Regulation* 31: 667–694.

Brown, Craig O., and I. Serdar Dinç. 2011. "Too Many To Fail? Evidence of Regulatory Forbearance When the Banking Sector Is Weak." *Review of Financial Studies* 24: 1378–1405.

Buffett, Warren. 1984. "The Superinvestors of Graham-and-Doddsville." *Hermes* (fall): 4–15.

Burbano, Hernán A., Emily Hodges, Richard E. Green, Adrian W. Briggs, Johannes Krause, Matthias Meyer, Jeffrey M. Good, Tomislav Maricic, Philip L. F. Johnson, Zhenyu Xuan, Michelle Rooks, Arindam Bhattacharjee, Leonardo Brizuela, Frank W. Albert, Marco de la Rasilla, Javier Fortea, Antonio Rosas, Michael Lachmann, Gregory J. Hannon, and Svante Pääbo. 2010. "Targeted Investigation of the Neandertal Genome by Array-Based Sequence Capture." *Science* 328: 723–725.

Burnham, Terence C. 2007. "High-Testosterone Men Reject Low Ultimatum Game Offers." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274: 2327–2330.

—. 2013. "Toward a Neo-Darwinian Synthesis of Neoclassical and Behavioral Economics." *Journal of Economic Behavior and Organization* 90: S113–S127.

Carlsson, Arvid, Margit Lindqvist, and Tor Magnusson. 1957. "3,4-Dihydroxy phenylalanine and 5-Hydroxytryptophan As Reserpine Antagonists." *Nature* 180: 1200.

Casey, B. J., Leah H. Somerville, Ian H. Gotlib, Ozlem Ayduk, Nicholas T. Franklin, Mary K. Askren, John Jonides, Marc G. Berman, Nicole L. Wilson, Theresa Teslovich, Gary Glover, Vivian Zayas, Walter Mischel, and Yuichi Shoda. 2011. "Behavioral and neural correlates of delay of gratification 40 years later." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108: 14998–15003.

Caspi, Avshalom, Karen Sugden, Terrie E. Moffitt, Alan Taylor, Ian W. Craig, HonaLee Harrington, Joseph McClay, Jonathan Mill, Judy Martin, Antony Braithwaite, and Richie Poulton. 2003. "Influence of Life Stress on Depression: Moderation by a Polymorphism in the 5-HTT Gene." *Science* 301: 386–389.

Chan, Nicholas, Mila Getmansky, Shane M. Haas, and Andrew W. Lo. 2006. "Systemic Risk and Hedge Funds." In *The Risks of Financial Institutions*, edited by Mark Carey and Rene M. Stulz, 235–338. Chicago: University of Chicago Press.

Chave, Jérôme, and Simon Levin. 2003." Scale and Scaling in Ecological and Economic Systems." *Environmental and Resource Economics* 26: 527–557.

Chen, Feng-Chi, and Wen-Hsiung Li. 2001. "Genomic Divergences between Humans and Other Hominoids and the Effective Population Size of the Common Ancestor of Humans and Chimpanzees." *American Journal of Human Genetics* 68: 444–456.

Cherkashin, Dmitriy, J. Doyne Farmer, and Seth Lloyd. 2009. "The Reality Game." *Journal of Economic Dynamics and Control* 33: 1091–1105.

Clark, Luke, Andrew J. Lawrence, Frances Astley-Jones, and Nicola Gray. 2009. "Gambling Near-Misses Enhance Motivation to Gamble and Recruit Win-Related Brain Circuitry." *Neuron* 61: 481–490.

Clark, Nicola. 2008. "Bank Outlines How Trader Hid His Activities." *New York Times*, January 28.

CME Group. 2010. "CME SPAN: Standard Portfolio Analysis of Risk." Available at http://www.cmegroup.com/clearing/files/span-methodology.pdf.

—. 2015. Risk Management Overview. Available at http://www.cmegroup.com/clearing/risk-management.

Coates, John M., and Joe Herbert. 2008. "Endogenous Steroids and Financial Risk Taking on a London Trading Floor." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105: 6167–6172.

Coffee, John C. 2008. "Analyzing the Credit Crisis: Was the SEC Missing in Action?" *New York Law Journal*, December 5.

Cohn, Alain, Ernst Fehr, and Michel André Maréchal. 2014. "Business Culture and Dishonesty in the Banking Industry." *Nature* 516: 86–89.

Collier, Paul. 2007. *The Bottom Billion: Why the Poorest Countries Are Failing and What Can Be Done*. New York: Oxford University Press.

Commodity Futures Trading Commission/Securities and Exchange Commission (CFTC/SEC). 2010. *Preliminary Findings Regarding the Market Events of May 6, 2010*. Report of the Staffs of the CFTC and SEC to the Joint Advisory Committee on Emerging Regulatory Issues. May 18. http://www.sec.gov/sec-cftc-prelimreport.pdf.

Cook, Laurence M. 2003, "The Rise and Fall of the Carbonaria Form of the Peppered Moth." *Quarterly Review of Biology* 78: 399–417.

Cook, Laurence M., B. S. Grant, I. J. Saccheri, and J. Mallet. 2012. "Selective Bird Predation on the Peppered Moth: The Last Experiment of Michael Majerus." *Biology Letters*, published ahead of print February 8, 2012. doi:10.1098/rsbl.2011.1136.

Cootner, Paul H. 1962. "Stock Prices: Random vs. Systematic Changes." *Industrial Management Review* 3: 24–45.

Coppersmith, Don. 1994. "The Data Encryption Standard (DES) and Its Strength against Attacks." *IBM Journal of Research and Development* 38: 243–250.

Cosmides, Leda, and John Tooby. 1987. "From Evolution to Behavior: Evolutionary Psychology as the Missing Link," in *The Latest on the Best: Essays on Evolution and Optimality*, edited by John Dupre, 227–306. Cambridge, MA: MIT Press.

Crowther-Heyck, Hunter. 2005. *Herbert A. Simon: The Bounds of Reason in Modern America*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Currier, Chet. 2006. "Hedge Funds Are Older Than You Think, Buffett Says." *OC Register*, October 6. http://www.ocregister.com/articles/buffett-3150-says-hedge.html.

Dabbs, James M. Jr., Denise de La Rue, and Paula M. Williams. 1990. "Testosterone and Occupational Choice: Actors, Ministers, and Other Men." *Journal of Personality and Social Psychology* 59: 1261–1265.

Dahan, Ely, Adlar J. Kim, Andrew W. Lo, Tomaso Poggio, and Nicholas Chan. 2011. "Securities Trading of Concepts (STOC)." *Journal of Marketing Research* 48: 497–517.

Damasio, Antonio R. 1994. *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. New York: Putnam.

Damasio, Antonio R., Daniel Tranel, and Hanna Damasio. 1991. "Somatic Markers and the Guidance of Behaviour: Theory and Preliminary Testing." In *Frontal Lobe Function and Dysfunction*, edited by Harvey S. Levin, Howard M. Eisenberg, and Arthur Lester Benton, 217–229. New York: Oxford University Press.

—. 1998. "Somatic Markers and the Guidance of Behavior." In *Human Emotions: A Reader*, edited by Jennifer M. Jenkins, Keith Oatley, and Nancy L. Stein, 122–135. Oxford: Blackwell.

Danziger, Shai, Jonathan Levav, and Liora Avnaim-Pesso. 2011a. "Extraneous Factors in Judicial Decisions." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108: 6889–6892.

—. 2011b. "Reply to Weinshall-Margel and Shapard: Extraneous Factors in Judicial Decisions Persist." *Proceedings of the National Academy of Science* 108, no. 42: E834.

Darwin, Charles. 1845. *Journal of Researches into the Natural History and Geology of the Countries Visited during the Voyage of H.M.S. Beagle Round the World, Under the Command of Capt. Fitz Roy, R.N.* London: John Murray.

—. 1859. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. London: John Murray.

Dash, Eric, and Landon Thomas Jr. 2007. "Citigroup Chief Is Set to Exit Amid Losses." *New York Times*, November 3.

Davis Polk. 2015. Dodd Frank Progress Report: Fourth Quarter 2015. New York: Davis Polk. http://prod.davispolk.com/sites/default/files/Q4_2015_Dodd-Frank_Progress_Report.pdf.

Dawkins, Richard. 1986. *The Blind Watchmaker*. New York: W. W. Norton.

—. 1989. *The Selfish Gene*. Oxford: Oxford University Press.

Deason, Stephen, Shivaram Rajgopal, and Gregory Waymire. 2015. "Who Gets Swindled in Ponzi Schemes?" Unpublished working paper, Goizeta Business School, Emory University, Atlanta, GA.

De Becker, Gavin. 1997. *The Gift of Fear: Survival Signals that Protect Us from Violence*. Boston: Little Brown.

Debreu, Gérard. 1959. *The Theory of Value: An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium*. New York: John Wiley & Sons.

—. 1991. "The Mathematization of Economic Theory." *American Economic Review* 81: 1–7.

Delong, J. Bradford, Andrei Shleifer, Lawrence Summers, and Robert J. Waldmann. 1991. "The Survival of Noise Traders in Financial Markets." *Journal of Business* 64: 1–19.

De Nederlandsche Bank (DNB). 2009. "The Seven Elements of an Ethical Culture." http://www.dnb.nl/en/binaries/The%20Seven%20Elements%20of%20an%20Ethical%20Culture_tcm47–233197.pdf.

—. 2014. *Supervisory Strategy 2014–2018*. Amsterdam: De Nederlandsche Bank.

Deneubourg, Jean-Louis, Serge Aron, Simon Goss, and Jacques Marie Pasteels. 1987. "Error, Communication, and Learning in Ant Societies." *European Journal of Operational Research* 30: 168–172.

Desrochers, Theresa, Ken-ichi Amemori, and Ann M Graybiel. 2015. "Habit Learning by Naive Macaques Is Marked by Response Sharpening of Striatal Neurons Representing the Cost and Outcome of Acquired Action Sequences." *Neuron* 87: 853–868.

Dibner, Mark D., Melanie Trull, and Michael Howell. 2003. "U.S. Venture Capital for Biotechnology." *Nature Biotechnology* 21: 613–617.

DiMasi, Joseph, Henry G. Grabowski, and Ronald W. Hansen. 2016. "Innovation in the Pharmaceutical Industry: New Estimates of R&D Costs." *Journal of Health Economics* 47, no. C: 20–33.

Di Pellegrino, Giuseppe, Luciano Fadiga, Leonardo Fogassi, Vittorio Gallese, and Giacomo Rizzolatti. 1992. "Understanding Motor Events: A Neurophysiological Study." *Experimental Brain Research* 91: 176–180.

Dockser Marcus, Amy. 2014. "When Parents Start Companies to Cure Their Children." *Wall Street Journal*. December 26. Available at http://www.wsj.com/articles/when-parents-start-companies-to-cure-their-children-1419639500.

Dowd, Kevin, John Cotter, Chris Humphrey, and Margaret Woods. 2011. "How Unlucky Is 25-Sigma?" Available at http://arxiv.org/abs/1103.5672.

Dyck, Alexander, Adair Morse, and Luigi Zingales. 2013. "How Pervasive Is Corporate Fraud?" Available at SSRN http://ssrn.com/abstract=2222608.

Eddington, Arthur. 1928. *The Nature of the Physical World: The Gifford Lectures*. New York: Macmillan.

Eichenwald, Kurt. 1991. "All About/Wall Street Technology; Wall Street's Cutbacks Sidestep Fat Budgets for High-Tech Trading." *New York Times*, April 7.

Einstein, Albert. 1905. "Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen." *Annalen der Physik* 17: 549–560.

Eisenbach, Thomas, Andrew Haughwout, Beverly Hirtle, Anna Kovner, David Lucca, and Matthew Plosser. 2015. "Supervising Large, Complex Financial Institutions: What Do Supervisors Do?" Federal Reserve Bank of New York Staff Report No. 729. http://www.ny.frb.org/research/staff_reports/sr729.pdf.

Eisenberger, Naomi I., Matthew D. Lieberman, and Kipling D. Williams. 2003. "Does Rejection Hurt? An fMRI Study of Social Exclusion." *Science* 302: 290–292.

Ellsberg, Daniel. 1961. "Risk, Ambiguity, and the Savage Axioms." *Quarterly Journal of Economics* 75: 643–669.

Elster, Jon. 1998. "Emotions and Economic Theory." *Journal of Economic Literature* 36: 47–74.

Eslinger, Paul J., and Antonio R. Damasio. 1985. "Severe Disturbance of Higher Cognition after Bilateral Frontal Lobe Ablation: Patient EVR." *Neurology* 35: 1731–1741.

Espinosa-Vega, Marco A., Charles Kahn, Rafael Matta, and Juan Solé. 2011. "Systemic Risk and Optimal Regulatory Architecture." International Monetary Fund Working Paper WP/11/193.

Ezekiel, Mordecai. 1938. "The Cobweb Theorem." *Quarterly Journal of Economics* 52: 255–280.

Fagnan, David, Jose Maria Fernandez, Andrew W. Lo, and Roger M. Stein. 2013. "Can Financial Engineering Cure Cancer?" *American Economic Review* 103: 406–411.

Falk, Dean. 1990. "Brain Evolution in Homo: The "Radiator" Theory." *Behavioral and Brain Sciences* 13: 333–344.

Fama, Eugene. 1963. "Mandelbrot and the Stable Paretian Hypothesis." *Journal of Business* 36: 420–29.

——. 1965a. "The Behavior of Stock Market Prices." *Journal of Business* 38: 34–105.

——. 1965b. "Random Walks in Stock Market Prices." *Financial Analysts Journal* 21: 55–59.

——. 1970. "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work." *Journal of Finance* 25: 383–417.

Fama, Eugene, Lawrence Fisher, Michael Jensen, and Richard Roll. 1969. "The Adjustment of Stock Prices to New Information." *International Economic Review* 10: 1–21.

Farmer, J. Doyne. 2002. "Market Force, Ecology, and Evolution." *Industrial and Corporate Change* 11: 895–953.

Farmer, J. Doyne, and Andrew W. Lo. 1999. "Frontiers of Finance: Evolution and Efficient Markets." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96: 9991–9992.

Farmer, J. Doyne, and Spyros Skouras. 2013. "An Ecological Perspective on the Future of Computer Trading." *Quantitative Finance* 13: 325–346.

Fauci, Anthony S., and Gregory K. Folkers. 2012. "Toward an AIDS-Free Generation." *Journal of the American Medical Association* 308: 343–344.

Fearer, Matthew. 2014. "An Improbable Circle of Life." *Paradigm: Life Sciences at Whitehead Institute For Biomedical Research* (Spring): 8–13. Available at http://wi.mit.edu/files/wi/pdf/726/spring2014.pdf.

Feinstein, Justin S., Ralph Adolphs, Antonio Damasio, and Daniel Tranel. 2011. "The Human Amygdala and the Induction and Experience of Fear." *Current Biology* 21: 34–38.

Fernandez, Jose-Maria, Roger M. Stein, and Andrew W. Lo. 2012. "Commercializing Biomedical Research through Securitization Techniques." *Nature Biotechnology* 30: 964–975.

Fielding, Eric, Andrew W. Lo, and Jian Helen Yang. 2011. "The National Transportation Safety Board: A Model for Systemic Risk Management." *Journal of Investment Management* 9: 17–49.

Financial Crisis Inquiry Commission. 2011. *The Financial Crisis Inquiry Report: Final Report of the National Commission on the Causes of the Financial and Economic Crisis in the United States*. Washington, DC: Government Printing Office.

Fisher, Ronald Aylmer. 1930. *The Genetical Theory of Natural Selection*. Oxford: Clarendon Press.

Forsythe, Robert, Forrest Nelson, George R. Neumann, and Jack Wright. 1992. "Anatomy of an Experimental Political Stock Market." *American Economic Review* 82: 1142–1161.

Gazzaniga, Michael S. 2008. *Human: The Science behind What Makes Us Unique*. New York: Ecco.

——. 2013. "Shifting Gears: Seeking New Approaches for Mind/Brain Mechanisms." *Annual Review of Psychology* 64:1–20.

Gazzaniga, Michael S., and Joseph E. LeDoux. 1978. *The Integrated Mind*. New York: Plenum Press.

Getmansky, Mila, Peter A. Lee, Andrew W. Lo. 2015. "Hedge Funds: A Dynamic Industry in Transition." *Annual Review of Financial Economics* 7, no. 1: 483–577.

Gibson, Rajna, Carmen Tanner, and Alexander F. Wagner. 2016. "How Effective are Social Norm Interventions? Evidence from a Laboratory Experiment on Managerial Honesty." Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract= 2557480.

Gigerenzer, Gerd. 2015. *Simply Rational: Decision Making in the Real World*. New York: Oxford University Press.

Gigerenzer, Gerd, and Wolfgang Gaissmaier. 2011. "Heuristic Decision Making." *Annual Review of Psychology* 62: 451–482.

Gilovich, Thomas, Robert Vallone, and Amos Tversky. 1985. "The Hot Hand in Basketball: On the Misperception of Random Sequences." *Cognitive Psychology* 17: 295–314.

Gimein, Mark. 2005. "Is a Hedge Fund Shakeout Coming Soon? This Insider Thinks So." *New York Times*, September 4.

Government Accountability Office (GAO). 1999. "Long-Term Capital Management: Regulators Need to Focus Greater Attention on Systemic Risk." GAO/GGD-00–3.

——. 2000. "Auditing and Financial Management: Responses to Questions Concerning Long-Term Capital Management and Related Events." GAO/GGD-00–67R.

——. 2009. "Financial Markets Regulation: Financial Crisis Highlights Need to Improve Oversight of Leverage at Financial Institutions and across System." GAO–09–739.

——. 2013. "Securities and Exchange Commission: Improving Personnel Management Is Critical for Agency's Effectiveness." GAO-13–621. July.

Graf, Virgil, D. H. Bullock, and M. E. Bitterman. 1964. "Further Experiments on Probability-Matching in the Pigeon." *Journal of the Experimental Analysis of Behavior* 7: 151–157.

Graham, Jesse, Jonathan Haidt, and Brian A. Nosek. 2009. "Liberals and Conservatives Use Different Sets of Moral Foundations." *Journal of Personality and Social Psychology* 96, 1029–1046.

Grant, David A., Harold W. Hake, and John P. Hornseth. 1951. "Acquisition and Extinction of a Verbal Conditioned Response with Differing Percentages of Reinforcement." *Journal of Experimental Psychology* 42: 1–5.

Grant, Peter R. 1999. *Ecology and Evolution of Darwin's Finches*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Grant, Peter R., and B. Rosemary Grant. 2008. *How and Why Species Multiply: The Radiation of Darwin's Finches*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Green, Richard E., Johannes Krause, Adrian W. Briggs, Tomislav Maricic, Udo Stenzel, Martin Kircher, Nick Patterson, Heng Li, Weiwei Zhai, Markus Hsi-Yang Fritz, Nancy F. Hansen, Eric Y. Durand, Anna-Sapfo Malaspinas, Jeffrey D. Jensen, Tomas Marques-Bonet, Can Alkan, Kay Prüfer, Matthias Meyer, Hernán A. Burbano, Jeffrey M. Good, Rigo Schultz, Ayinuer Aximu-Petri, Anne Butthof, Barbara Höber, Barbara Höffner, Madlen Siegemund, Antje Weihmann, Chad Nusbaum, Eric S. Lander, Carsten Russ, Nathaniel Novod, Jason Affourtit, Michael Egholm, Christine Verna, Pavao Rudan, Dejana Brajkovic, Željko Kucan, Ivan Gušic, Vladimir B. Doronichev, Liubov V. Golovanova, Carles Lalueza-Fox, Marco de la Rasilla, Javier Fortea, Antonio Rosas, Ralf W. Schmitz, Philip L. F. Johnson, Evan E. Eichler, Daniel Falush, Ewan Birney, James C. Mullikin, Montgomery Slatkin, Rasmus Nielsen, Janet Kelso, Michael Lachmann, David Reich, and Svante Pääbo. 2010. "A Draft Sequence of the Neandertal Genome." *Science* 328: 710–722.

Greene, Joshua D., Leigh E. Nystrom, Andrew D. Engell, John M. Darley, and Jonathan D. Cohen. 2004. "The Neural Bases of Cognitive Conflict and Control in Moral Judgment." *Neuron* 44: 389–400.

Greene, Joshua D., R. Brian Sommerville, Leigh E. Nystrom, John M. Darley, and Jonathan D. Cohen. 2001. "An fMRI Investigation of Emotional Engagement in Moral Judgment." *Science* 293: 2105–2108.

Greenspan, Alan, and James Kennedy. 2005. "Estimates of Home Mortgage Originations, Repayments, and Debt on One-to-Four-Family Residences." Federal Reserve Board, Finance and Economics Discussion Series Working Paper 2005–41.

—. 2008. "Sources and Uses of Equity Extracted From Homes." *Oxford Review of Economic Policy* 24: 120–144.

Grossberg, Stephen, and William E. Gutowski. 1987. "Neural Dynamics of Decision Making Under Risk: Affective Balance and Cognitive-Emotional Interactions." *Psychological Review* 94: 300–318.

Grossman, Sanford J., and Joseph Stiglitz. 1980. "On the Impossibility of Informationally Efficient Markets." *American Economic Review* 70: 393–408.

Guerrera, Francesco. 2010. "How 'Wall Street' Changed Wall Street." *Financial Times*, September 24.

Gumbel, Andrew. 2004. "Obituaries: Professor Sidney Morgenbesser." *The Independent*, August 6.

Güth, Werner, Rolf Schmittberger, and Bernd Schwarze. 1982. "An Experimental Analysis of Ultimatum Bargaining." *Journal of Economic Behavior and Organization* 3: 367–388.

Haas, G. C., and Mordecai Ezekiel. 1926. *Factors Affecting the Price of Hogs*. Washington, DC: U.S. Dept. of Agriculture.

Hahn, Robert W. 1997. "The Economics of Airline Safety and Security: An Analysis of the White House Commission's Recommendations." *Harvard Journal of Law and Public Policy* 20: 791–828.

Haidt, Jonathan. 2007. "The New Synthesis in Moral Psychology." *Science* 316: 998–1002.

Haines, Michael. 2008. "Fertility and Mortality in the United States." EH.Net Encyclopedia, edited by Robert Whaples. http://eh.net/encyclopedia/fertility-and-mortality-in-the-united-states/, accessed January 17, 2017.

Hald, Anders. 1990. *A History of Probability and Statistics and Their Applications before 1750*. New York: John Wiley & Sons.

Haldane, Andrew G., and Robert M. May. 2011. "Systemic Risk in Banking Ecosystems." *Nature* 469: 351–355.

Haldane, J.B.S. 1924. "A Mathematical Theory of Natural and Artificial Selection." *Transactions of the Cambridge Philosophical Society* 23: 19–41.

Hamilton, William D. 1964a. "The Genetical Evolution of Social Behavior I." *Journal of Theoretical Biology* 7: 1–16.

——. 1964b. "The Genetical Evolution of Social Behavior II." *Journal of Theoretical Biology* 7: 17–52.

Haney, Craig, Curtis Banks, and Philip Zimbardo. 1973a. "Interpersonal Dynamics in a Simulated Prison." *International Journal of Criminology and Penology* 1: 69–97.

——. 1973b. "Study of Prisoners and Guards in a Simulated Prison." *Naval Research Reviews* 9: 1–17.

Harder, Lawrence D., and Leslie A. Real. 1987. "Why Are Bumble Bees Risk Averse?" *Ecology* 68: 1104–1108.

Harlow, Arthur A. 1960. "The Hog Cycle and the Cobweb Theorem." *Journal of Farm Economics* 42: 842–853.

Hasanhodzic, Jasmina, and Andrew W. Lo. 2007. "Can Hedge-Fund Returns Be Replicated? The Linear Case." *Journal of Investment Management* 5: 5–45.

——. 2011. "Black's Leverage Effect is Not Due to Leverage." Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract=1762363.

Haushofer, Johannes, and Ernst Fehr. 2014. "On the Psychology of Poverty." *Science* 344: 862–867.

Haushofer, Johannes, and Jeremy Shapiro. 2013. "Household Response to Income Changes: Evidence from an Unconditional Cash Transfer Program in Kenya." Working paper. Available at https://www.princeton.edu/~joha/publications/Haushofer_Shapiro_UCT_2013.pdf.

Hawkins, Jeff, and Sandra Blakeslee. 2004. *On Intelligence*. New York: Times Books.

Hayek, Friedrich A. von, and William Warren Bartley. 1988. *The Fatal Conceit: The Errors of Socialism*. Chicago: University of Chicago Press.

Henriques, Diana B. 2011. *The Wizard of Lies: Bernie Madoff and the Death of Trust*. New York: Henry Holt.

Henriques, Diana B., and Zachery Kouwe. 2008. "Prominent Trader Accused of Defrauding Clients." *New York Times*, December 11.

Hens, Thorsten, Terje Lensberg, Klaus Reiner Schenk-Hoppe, and Peter Wöhrmann. 2011. "An Evolutionary Explanation of the Value Premium Puzzle." *Journal of Evolutionary Economics* 21: 803–815.

Herodotus. 1987. *The History*. Translated by David Grene. Chicago: University of Chicago Press.

Hirshleifer, David, and Guo Ying Luo. 2001. "On the Survival of Overconfident Traders in a Competitive Securities Market." *Journal of Financial Markets* 4: 73–84.
Hirshleifer, Jack. 1977. "Economics from a Biological Viewpoint." *Journal of Law and Economics* 20: 1–52.
Hodgson, Geoffrey, ed. 1995. *Economics and Biology*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
Hölldobler, Bert, and Edward O. Wilson. 1990. *The Ants*. Cambridge, MA: Belknap Press.
Huggett, Brady. 2015. "Biotech's Wellspring—A Survey of the Health of the Private Sector in 2014." *Nature Biotechnology* 33: 470–477.
Huggett, Brady, and Kathryn Paisner. 2016. "Research Biotech Patenting 2015." *Nature Biotechnology* 34: 801–802.
Huizinga, Harry, and Luc Laeven. 2010. "Bank Valuation and Regulatory Forbearance during a Financial Crisis." European Banking Center Discussion Paper No. 2009–17. Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract=1434359.
Hume, Julian Pender. 2006. "The History of the Dodo *Raphus cucullatus* and the Penguin of Mauritius." *Historical Biology* 18: 69–93.
Hurlbert, Anya C., and Yazhu Ling. 2007. "Biological Components of Sex Differences in Color Preference." *Current Biology* 17: R623–R625.
Ibbotson, Roger. 2016. 2016 SBBI Yearbook. New York: John Wiley & Sons.
Jensen, Michael. 1978. "Some Anomalous Evidence Regarding Market Efficiency." *Journal of Financial Economics* 6: 95–101.
Jensen, Robert. 2007. "The Digital Provide: Information (Technology), Market Performance, and Welfare in the South Indian Fisheries Sector." *Quarterly Journal of Economics* 72: 879–924.
Jeppesen Sanderson. 2007. *Guided Flight Discovery: Private Pilot*. Englewood, CO: Jeppesen Sanderson.
Jones, Alfred Winslow. 1949. "Fashions in Forecasting." *Fortune* (March): 88–91, 180, 182, 184, 186.
Kable, Joseph W., and Paul W. Glimcher. 2007. "The Neural Correlates of Subjective Value during Intertemporal Choice." *Nature Neuroscience* 10: 1625–1633.
Kahneman, Daniel, and Amos Tversky. 1979. "Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk." *Econometrica* 47: 263–292.
——. 1984. "Choices, Values and Frames." *American Psychologist* 39: 341–350.
Kaldor, Nicholas. 1934. "A Classificatory Note on the Determinateness of Equilibrium." *Review of Economic Studies* 1: 122–136.
Kamstra, Mark J., Lisa A. Kramer, and Maurice D. Levi. 2003. "Winter Blues: Seasonal Affective Disorder (SAD) and Stock Market Returns." *American Economic Review* 93: 324–343.
Kane, E. J. 2015. "A Theory of How and Why Central-Bank Culture Supports Predatory Risk-Taking at Megabanks." Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract=2594923.
Kapp, Bruce S., Robert C. Frysinger, Michela Gallagher, and James R. Haselton. 1979. "Amygdala Central Nucleus Lesions: Effect on Heart Rate Conditioning in the Rabbit." *Physiology and Behavior* 23: 1109–1117.
Kasparov, G. K., and Mig Greengard. 2007. *How Life Imitates Chess: Making the Right Moves, from the Board to the Boardroom.* New York: Bloomsbury USA.

Keasar, Tamar, Ella Rashkovich, Dan Cohen, and Avi Shmida. 2002. "Bees in Two-Armed Bandit Situations: Foraging Choices and Possible Decision Mechanisms." *Behavioral Ecology* 13: 757–765.

Kendall, Maurice G. 1953. "The Analysis of Economic Time-Series, Part I: Prices." *Journal of the Royal Statistical Society, Ser. A*. 96: 11–25.

Keynes, John Maynard. 1936. *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London: Macmillan.

—. 1963. "Economic Possibilities for our Grandchildren." In *Essays in Persuasion*, 358–373. New York: W. W. Norton.

Khandani, Amir, and Andrew W. Lo. 2007. "What Happened to the Quants in August 2007?" *Journal of Investment Management* 5: 5–54.

—. 2011. "What Happened to the Quants in August 2007? Evidence from Factors and Transactions Data." *Journal of Financial Markets* 14: 1–46.

Khandani, Amir E., Andrew W. Lo, and Robert C. Merton. 2013. "Systemic Risk and the Refinancing Ratchet Effect." *Journal of Financial Economics* 108: 29–45.

Kinderman, Peter, Robin Dunbar, and Richard P. Bentall. 1998. "Theory of Mind Deficits and Causal Attributions." *British Journal of Psychology* 89: 191–204.

Kirilenko, Andrei A., and Andrew W. Lo. 2013. "Moore's Law versus Murphy's Law: Algorithmic Trading and Its Discontents." *Journal of Economic Perspectives* 27: 51–72.

Kirman, Alan. 1993. "Ants, Rationality, and Recruitment." *Quarterly Journal of Economics* 108: 137–156.

Klamer, Arjo. 1983. *Conversations with Economists: New Classical Economists and Opponents Speak Out on the Current Controversy in Macroeconomics*. Lanham, MD: Rowman & Littlefield.

Klein, Lawrence Robert. 1970. *An Essay on the Theory of Economic Prediction*. Chicago: Markham.

Klüver, Heinrich, and Paul Bucy. 1937. "'Psychic Blindness' and Other Symptoms Following Bilateral Temporal Lobotomy in Rhesus Monkeys." *American Journal of Physiology* 119: 352–523.

Knight, Frank H. 1921. *Risk, Uncertainty, and Profit*. Boston: Houghton Mifflin.

Knight, Malcolm D., chair. 2005. "General Discussion: Has Financial Development Made the World Riskier?" In *The Greenspan Era: Lessons for the Future: A Symposium*, 387–397. Kansas City, MO: Federal Reserve Bank of Kansas City.

Knutson, Brian, and Peter Bossaerts. 2007. "Neural Antecedents of Financial Decisions." *Journal of Neuroscience* 27: 8174–8177.

Kogan, Leonid, Stephen Ross, Jiang Wang, and Mark Westerfield. 2006. "The Price Impact Survival and Survival of Irrational Traders." *Journal of Finance* 61: 195–229.

Krugman, Paul. 2005. "Safe as Houses." *New York Times*, August 12.

Krützen, Michael, Janet Mann, Michael R. Heithaus, Richard C. Connor, Lars Bejder, and William B. Sherwin. 2005. "Cultural Transmission of Tool Use in Bottlenose Dolphins." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102: 8939–8943.

Kuhnen, Camelia M., and Brian Knutson. 2005. "The Neural Basis of Financial Risk Taking." *Neuron* 47: 763–770.

Labaton, Stephen. 2008. "Agency's '04 Rule Let Banks Pile up New Debt." *New York Times*, October 3.

Lai, Cecilia S. L., Simon E. Fisher, Jane A. Hurst, Faraneh Vargha-Khadem, and Anthony P. Monaco. 2001. "A Forkhead-Domain Gene Is Mutated in a Severe Speech and Language Disorder." *Nature* 413: 519–523.

Larson, Arnold B. 1960. "Measurement of a Random Process in Futures Prices." *Food Research Institute* 1: 313–324.

Le, Quoc V., Rajat Monga, Matthieu Devin, Greg Corrado, Kai Chen, Marc'Aurelio Ranzato, Jeff Dean, and Andrew Y. Ng. 2012. "Building High-Level Features Using Large Scale Unsupervised Learning." arXiv:1112.6209 [cs.LG].

LeDoux, Joseph E. 1996. *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life*. New York: Simon and Schuster.

Leibowitz, Martin L. 2005. "Alpha Hunters and Beta Grazers." *Financial Analysts Journal* 61: 32–39.

Lensberg, Terje, and Klaus Reiner Schenk-Hoppé. 2007. "On the Evolution of Investment Strategies and the Kelly Rule–A Darwinian Approach." *Review of Finance* 11: 25–50.

Leonard, William R., and Marcia L. Robertson. 1994. "Evolutionary Perspectives on Human Nutrition: The Influence of Brain and Body Size on Diet and Metabolism." *American Journal of Human Biology* 6: 77–88.

Levin, Simon A., and Andrew W. Lo. 2015. "A New Approach to Financial Regulation." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112: 12543–12544.

Li, William, Pablo Azar, David Larochelle, Phil Hill, and Andrew W. Lo. 2015. "Law Is Code: A Software Engineering Approach to Analyzing the United States Code." *Journal of Business and Technology Law* 10: 297.

Lichtenstein, Sarah, Paul Slovic, Baruch Fischhoff, Mark Layman, and Barbara Combs. 1978. "Judged Frequency of Lethal Events." *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 4: 551–578.

Lim, Terence, Andrew W. Lo, Robert C. Merton, Myron S. Scholes, and Martin B. Haugh. 2006. *The Derivatives Sourcebook*. Boston: Now Publishers.

Lintner, John. 1965. "The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets." *Review of Economics and Statistics* 47: 13–37.

Liston, Conor, Bruce S. McEwen, and B. J. Casey. 2009. "Psychosocial Stress Reversibly Disrupts Prefrontal Processing and Attentional Control." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 912–917.

Lo, Andrew W. 1997. *Market Efficiency: Stock Market Behaviour in Theory and Practice*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

——. 1999. "The Three P's of Total Risk Management." *Financial Analysts Journal* 55: 13–26.

——. 2004. "The Adaptive Markets Hypothesis: Market Efficiency from an Evolutionary Perspective." *Journal of Portfolio Management* 30: 15–29.

——. 2005. "Reconciling Efficient Markets with Behavioral Finance: The Adaptive Markets Hypothesis." *Journal of Investment Consulting* 7: 21–44.

——. 2012a. "Adaptive Markets and the New World Order." *Financial Analysts Journal* 68: 18–29.

——. 2012b. "Reading About the Financial Crisis: A 21-Book Review." *Journal of Economic Literature* 50: 151–178.

—. 2016. "What Is an Index?" *Journal of Portfolio Management* 42: 21–36.
Lo, Andrew W., and Jasmina Hasanhodzic. 2010. *The Evolution of Technical Analysis: Financial Prediction from Babylonian Tablets to Bloomberg Terminals*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
Lo, Andrew W., and A. Craig MacKinlay. 1988. "Stock Market Prices Do Not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test." *Review of Financial Studies* 1: 41–66.
—. 1990. "When Are Contrarian Profits Due to Stock Market Overreaction?" *Review of Financial Studies* 3: 175–206.
Lo, Andrew W., and Pankaj Patel. 2008. "130/30: The New Long-Only." *Journal of Portfolio Management* 34: 12–38.
Lo, Andrew W., and Gary P. Pisano. 2015. "Lessons From Hollywood: A New Approach to Funding Innovation." *Sloan Management Review* 57: 47–57.
Lo, Andrew W., and Dmitry V. Repin. 2002. "The Psychophysiology of Real-Time Financial Risk Processing." *Journal of Cognitive Neuroscience* 14: 323–339.
Lo, Andrew W., Dmitry V. Repin, and Brett N. Steenbarger. 2005. "Fear and Greed in Financial Markets: An Online Clinical Study." *American Economic Review* 95: 352–359.
Lo, Andrew W., and Ruixun Zhang. 2017. *Biological Economics*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
Loewenstein, George. 2000. "Emotions in Economic Theory and Economic Behavior." *American Economic Review* 90: 426–432.
Loomis, Carol J. 1966. "The Jones Nobody Keeps Up With." *Fortune* (April): 237–242.
—. 1970. "Hard Times Come to Hedge Funds." *Fortune* (June): 100–103, 136–140.
Lowenstein, Roger. 2000. *When Genius Failed: The Rise and Fall of Long-Term Capital Management*. New York: Random House.
Lucas, Deborah. 2014. "Evaluating the Government as a Source of Systemic Risk." *Journal of Financial Perspectives* 2: 45–58.
Lucas, Robert E. 1972. "Expectations and the Neutrality of Money." *Journal of Economic Theory* 4: 103–124.
Luo, Guo Ying. 1995. "Evolution and Market Competition." *Journal of Economic Theory* 67: 223–250.
—. 1998. "Market Efficiency and Natural Selection in a Commodity Futures Market." *Review of Financial Studies* 11: 647–674.
—. 1999. "The Evolution of Money as a Medium of Exchange." *Journal of Economic Dynamics and Control* 23: 415–458.
—. 2001. "Natural Selection and Market Efficiency in a Futures Market with Random Shocks." *Journal of Futures Markets* 21: 489–516.
—. 2003. "Evolution, Efficiency, and Noise Traders in a One-Sided Auction." *Journal of Financial Markets* 6: 163–197.
Mallaby, Sebastian. 2010. *More Money than God: Hedge Funds and the Making of a New Elite*. New York: Penguin Books.
Maloney, Michael T., and J. Harold Mulherin. 2003. "The Complexity of Price Discovery in an Efficient Market: The Stock Market Reaction to the *Challenger* Crash." *Journal of Corporate Finance* 9: 453–479.

Mandelbrot, Benoit B. 1982. *The Fractal Geometry of Nature*. San Francisco: W. H. Freeman.
Markowitz, Harry. 1952. "Portfolio Selection." *Journal of Finance* 7: 77–91.
Marshall, Alfred. 2009. *Principles of Economics: Unabridged Eighth Edition*. New York: Cosimo.
May, Robert M., Simon A. Levin, and George Sugihara. 2008. "Ecology for Bankers." *Nature* 451: 893–895.
Maynard Smith, John. 1975. "Survival by Suicide." *New Scientist* 67:496–497.
——. 1982. *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge: Cambridge University Press.
——. 1984. "Game Theory and the Evolution of Behaviour." *Behavioral and Brain Sciences* 7: 95–125.
Mayr, Ernst. 2004. *What Makes Biology Unique? Considerations on the Autonomy of a Scientific Discipline*. New York: Cambridge University Press.
McClure, Samuel M., David I. Laibson, George Loewenstein, and Jonathan D. Cohen. 2004. "Separate Neural Systems Value Immediate and Delayed Monetary Rewards." *Science* 306: 503–507.
McCrea, Sean M., and Edward R. Hirt. 2009. "Match Madness: Probability Matching in Prediction of the NCAA Basketball Tournament." *Journal of Applied Social Psychology* 39: 2809–2839.
McCulloch, Warren, and Walter Pitts. 1943. "A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity." *Bulletin of Mathematical Biophysics* 7: 115–133.
McDonald, Lawrence G., and Patrick Robinson. 2009. *A Colossal Failure of Common Sense: The Inside Story of the Collapse of Lehman Brothers*. New York: Three Rivers Press.
McDougall, Ian, Francis H. Brown, and John G. Fleagle. 2005. "Stratigraphic Placement and Age of Modern Humans from Kibish, Ethiopia." *Nature* 433: 733–736.
Merton, Robert C. 1973. "Theory of Rational Option Pricing." *Bell Journal of Economics and Management Science* 4: 141–183.
——. 1989. "On the Application of the Continuous-Time Theory of Finance to Financial Intermediation and Insurance." *Geneva Papers on Risk and Insurance* 14: 225–262.
——. 1995a. "Financial Innovation and the Management and Regulation of Financial Institutions." *Journal of Banking and Finance* 19: 461–481.
——. 1995b. "A Functional Perspective of Financial Intermediation." *Financial Management* 24: 23–41.
Merton, Robert C., Monica Billio, Mila Getmansky, Dale Gray, Andrew W. Lo, and Loriana Pelizzon. 2013. "On a New Approach for Analyzing and Managing Macrofinancial Risks." *Financial Analysts Journal* 69: 22–33.
Merton, Robert C., and Zvi Bodie. 2005. "Design of Financial Systems: Towards a Synthesis of Function and Structure." *Journal of Investment Management* 3: 1–23.
Mezrich, Ben. 2002. *Bringing Down the House: The Inside Story of Six MIT Students Who Took Vegas For Millions*. New York: Free Press.
Milgram, Stanley. 1963. "Behavioral Study of Obedience." *Journal of Abnormal and Social Psychology* 67, no. 4, 371–378.
Miller, Michael B., and Monica Valsangkar-Smyth. 2005. "Probability Matching in the Right Hemisphere." *Brain and Cognition* 57: 165–167.
Minsky, Marvin Lee. 1986. *The Society of Mind*. New York: Simon and Schuster.

Mischel, Walter, Ebbe B. Ebbesen, and Antonette Raskoff Zeiss. 1972. "Cognitive and Attentional Mechanisms in Delay of Gratification." *Journal of Personality and Social Psychology* 21: 204–218.

MIT 150 Symposia. 2011. "Economics and Finance: From Theory to Practice to Policy." January 27, 2nd morning session. https://www.youtube.com/watch?v=vAKwujWKs-U&feature=youtu.be.

Montague, P. Read, and Gregory S. Berns. 2002. "Neural Economics and the Biological Substrates of Valuation." *Neuron* 36: 265–284.

Montazerhodjat, Vahid, David M. Weinstock, and Andrew W. Lo. 2016. "Buying Cures versus Renting Health: Financing Health Care with Consumer Loans." *Science Translational Medicine* 8: 327ps6.

Mossin, Jan. 1966. "Equilibrium in a Capital Asset Market." *Econometrica* 34: 768–783.

Murphy, Kevin J. 2012. "Pay, Politics, and the Financial Crisis." In *Rethinking Finance: New Perspectives on the Crisis*, edited by Alan S. Blinder, Andrew W. Lo, and Robert Solow, forthcoming. New York: Russell Sage Foundation.

Muth, John F. 1961. "Rational Expectations and the Theory of Price Movements." *Econometrica* 29: 315–335.

Nakamoto, Michiyo, and David Wighton. 2007. "Citigroup Chief Stays Bullish on Buyouts." *Financial Times*, July 9.

Nash, John. 1951. "Non-Cooperative Games." *Annals of Mathematics* 54, no. 2: 286–295.

National Transportation Safety Board (NTSB). 1993. "Takeoff Stall in Icing Conditions USAIR Flight 405, Fokker F-28, N485US, LaGuardia Airport, Flushing, New York, March 22, 1992." NTSB/AAR-93/02.

—. 2000. "In-Flight Breakup Over The Atlantic Ocean Trans World Airlines Flight 800 Near East Moriches, New York, July 17, 1996." NTSB/AAR-00/03.

National Venture Capital Association. 2016. *Yearbook*. New York: Thomson Reuters.

Nelson, Richard R., and Sidney G. Winter. 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.

New York Times. 1924. "Polls and Forecasts." November 7.

—. 1986. "The Shuttle Explosion; Transcript of NASA News Conference on the Shuttle Disaster." January 29.

Niederhoffer, Victor. 1997. *The Education of a Speculator*. New York: John Wiley & Sons.

Niederhoffer, Victor, and M.F.M. Osborne. 1966. "Market Making and Reversal on the Stock Exchange." *Journal of the American Statistical Association* 61: 897–916.

Nowak, Martin A., Corina E. Tarnita, and Edward O. Wilson. 2010. "The Evolution of Eusociality." *Nature* 466: 1057–1062.

Nuijts, Wijnand, and Jakob de Haan. 2013. "DNB Supervision of Conduct and Culture." In *Financial Supervision in the 21st Century*, edited by A. Joanne Kellermann, Jakob de Haan, and Femke de Vries. 151–164. Berlin: Springer-Verlag.

O'Connor, Mary-Frances, David K. Wellisch, Annette L. Stanton, Naomi I. Eisenberger, Michael R. Irwin, and Matthew D. Lieberman. 2008. "Craving Love? Enduring Grief Activates Brain's Reward Center." *NeuroImage* 42: 969–972.

Office of Personnel Management. 2014. *2014 Federal Employee Viewpoint Survey: Agency Ratings*. Accessed March 18, 2015. http://www.fedview.opm.gov/2014FILES/Global_Satisfaction_Index_Score_Trends_2014.xls.

Olds, James, and Paul Milner. 1954. “Positive Reinforcement Produced by Electrical Stimulation of Septal Area and Other Regions of Rat Brain.” *Journal of Comparative Physiology and Psychology* 47: 419–427.

Ophir, Eyal, Clifford Nass, and Anthony D. Wagner. 2009. “Cognitive Control in Media Multitaskers.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 15583–15587.

Osborne, M.F.M. 1962. “Periodic Structure in the Brownian Motion of Stock Prices.” *Operations Research* 10: 345–379.

Paine, Robert T. 1966. “Food Web Complexity and Species Diversity.” *American Naturalist* 100: 65–75.

Pasteels, Jacques Marie, Jean-Louis Deneubourg, and Simon Goss. 1987. “Self-Organization Mechanisms in Ant Societies. I: Trail Recruitment to Newly Discovered Food Sources.” In *From Individual to Collective Behavior in Social Insects: Les Treilles Workshop* (Experientia Supplementum, Vol. 54), edited by Jacques Marie Pasteels and Jean-Louis Deneubourg Basel: Bïrkhauser.

Patterson, Scott. 2009. *The Quants: How a Small Band of Math Wizards Took Over Wall St. and Nearly Destroyed It*. New York: Crown.

Pearson, Roberta E., and Máire Messenger Davies. 2014. *Star Trek and American Television*. Berkeley: University of California Press.

Peltzman, Sam. 1975. “The Effects of Automobile Safety Regulation.” *Journal of Political Economy* 83: 677–726.

Perner, Josef, and Heinz Wimmer. 1985. “ ‘John thinks that Mary thinks that . . .’ Attribution of Second-Order Beliefs by 5- to 10-year-old Children.” *Journal of Experimental Child Psychology* 39: 437–471.

Perrow, Charles. 1984. *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*. New York: Basic Books.

——. 2010. “The Meltdown Was Not an Accident.” In *Markets on Trial: The Economic Sociology of the U.S. Financial Crisis: Part A* (*Research in the Sociology of Organizations*), edited by Michael Lounsbury, Paul M. Hirsch, Vol. 30, 309–330. Bingley, UK: Emerald Group.

Pessiglione, Mathias, and Maël Lebreton. 2015. “From the Reward Circuit to the Valuation System: How the Brain Motivates Behavior.” In *Handbook of Biobehavioral Approaches to Self-Regulation*, edited by G.H.E. Gendolla et al., 157–173. New York: Springer Science+Business Media.

Peters, Ellen, and Paul Slovic. 2000. “The Springs of Action: Affective and Analytical Information Processing in Choice.” *Personality and Social Psychology Bulletin* 26: 1465–1475.

Philippon, Thomas, and Ariell Reshef. 2009. “Wages and Human Capital in the U.S. Financial Industry: 1909–2006.” NBER Working Paper No. 14644. Available at: http://www.nber.org/papers/w14644.

Philips, Matthew. 2013. “How the Robots Lost: High-Frequency Trading’s Rise and Fall.” Bloomberg.com. June 23. http://www.bloomberg.com/news/articles/2013-06-06/how-the-robots-lost-high-frequency-tradings-rise-and-fall.

Pickard, Lee A. 2008. “Viewpoint: SEC’s Old Capital Approach Was Tried—and True.” *American Banker*, August 8.

Pinker, Steven. 1991. “Rules of Language.” *Science* 253: 530–535.

——. 1994. *The Language Instinct: How the Mind Creates Language*. New York: William Morrow.

Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident. 1986. *Report to the President*. http://history.nasa.gov/rogersrep/genindex.htm.

President's Working Group on Financial Markets. 1999. *Hedge Funds, Leverage, and the Lessons of Long-Term Capital Management*. http://www.treasury.gov/resource-center/fin-mkts/Documents/hedgfund.pdf.

Proctor, Darby, Rebecca A. Williamson, Frans B. M. de Waal, and Sarah F. Brosnan. 2013. "Chimpanzees Play the Ultimatum Game." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110: 2070–2075.

Rajan, Raghuram. 2005. "Has Financial Development Made the World Riskier?" In *The Greenspan Era: Lessons for the Future: A Symposium*, 313–369. Kansas City, MO: Federal Reserve Bank of Kansas City.

—. 2010. *Fault Lines: How Hidden Fractures Still Threaten the World Economy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Ralston, Aron. 2004. *Between a Rock and a Hard Place*. New York: Atria Books.

Rathmann, Peggy. 1994. *Good Night, Gorilla*. New York: Putnam.

Rawson, Rosemary. 1979. "Two Ohio Strangers Find They're Twins at 39—and a Dream to Psychologists." *People Magazine*, May 7. Accessed March 5, 2014. http://www.people.com/people/archive/article/0,,20073583,00.html.

Reich, David, Richard E. Green, Martin Kircher, Johannes Krause, Nick Patterson, Eric Y. Durand, Bence Viola, Adrian W. Briggs, Udo Stenzel, Philip L. F. Johnson, Tomislav Maricic, Jeffrey M. Good, Tomas Marques-Bonet, Can Alkan, Qiaomei Fu, Swapan Mallick, Heng Li, Matthias Meyer, Evan E. Eichler, Mark Stoneking, Michael Richards, Sahra Talamo, Michael V. Shunkov, Anatoli P. Derevianko, Jean-Jacques Hublin, Janet Kelso, Montgomery Slatkin, and Svante Pääbo. 2010. "Genetic History of an Archaic Hominin Group from Denisova Cave in Siberia." *Nature* 468: 1053–1060.

Reinhart, Carmen M., and Kenneth S. Rogoff. 2009. *This Time Is Different: Eight Centuries of Financial Folly*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Rhode, Paul W., and Koleman Strumpf. 2004. "Historical Presidential Betting Markets." *Journal of Economic Perspectives* 18: 127–142.

Rizzolatti, Giacomo, and Maddalena Fabbri-Destro. 2010, "Mirror Neurons: From Discovery to Autism." *Experimental Brain Research* 200: 223–237.

Robson, Arthur J. 1996a. "A Biological Basis for Expected and Non-Expected Utility." *Journal of Economic Theory* 68: 397–424.

—. 1996b. "The Evolution of Attitudes to Risk: Lottery Tickets and Relative Wealth." *Games and Economic Behavior* 14: 190–207.

—. 2001a. "The Biological Basis of Economic Behavior." *Journal of Economic Literature* 39: 11–33.

—. 2001b. "Why Would Nature Give Individuals Utility Functions?" *Journal of Political Economy* 109: 900–914.

Robson, Arthur J, and Lawrence Samuelson. 2007. "The Evolution of Intertemporal Incentives." American Economic Review 97: 492–495.

___. 2009. "The Evolution of Time Preference with Aggregate Uncertainty." *American Economic Review* 99: 925–1953.

Rolls, Edmund T. 1990. "A Theory of Emotion, and Its Application to Understanding the Neural Basis of Emotion." *Cognition and Emotion* 4: 161–190.

—–. 1994. "A Theory of Emotion and Consciousness, and Its Application to Understanding the Neural Basis of Emotion." In *The Cognitive Neurosciences*, edited by Michael Gazzaniga, 1091–1106. Cambridge, MA: MIT Press.
—–. 1999. *The Brain and Emotion*. Oxford: Oxford University Press.
—–. 2013. *Emotion and Decision Making Explained*. Oxford: Oxford University Press.
Rosenthal, Robert. 1994. "Interpersonal Expectancy Effects: A 30-Year Perspective." *Current Directions in Psychological Science* 3: 176–179.
Rosenthal, Robert, and Kermit L. Fode. 1963. "The Effect of Experimenter Bias on the Performance of the Albino Rat." *Behavioral Science* 8, 183–189.
Rosenthal, Robert, and Lenore Jacobson. 1968. *Pygmalion in the Classroom: Teacher Expectation and Pupils' Intellectual Development*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
Ryerson, James. 2004. "Sidewalk Socrates: Sidney Morgenbesser, B. 1921." *New York Times*, December 26.
Rymer, Russ. 1993. *Genie: An Abused Child's Flight from Silence*. New York: HarperCollins.
Sachs, Jeffrey D. 2005. *The End of Poverty: Economic Possibilities for Our Time*. New York: Penguin Books.
Sacks, Oliver W. 1974. *Awakenings*. Garden City, NY: Doubleday.
Samuelson, Paul A. 1941. "Foundations of Economic Analysis." Ph.D. diss., Harvard University.
—–. 1947. *Foundations of Economic Analysis*. Cambridge: Harvard University Press.
—–. 1948. *Economics*. New York: McGraw-Hill Book Co.
—–. 1965. "Proof That Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly." *Industrial Management Review* 6: 41–49.
—–. 1973. "Mathematics of Speculative Price." *SIAM Review* 15: 1–42.
—–. 1998. "How *Foundations* Came to Be." *Journal of Economic Literature* 36: 1375–1386.
Samuelson, Paul A., and William D. Nordhaus. 2010. *Economics*. Boston: McGraw-Hill Irwin.
Sanfey, Alan G., James K. Rilling, Jessica A. Aronson, Leigh E. Nystrom, and Jonathan D. Cohen. 2003. "The Neural Basis of Economic Decision-Making in the Ultimatum Game." *Science* 300: 1755–1758.
Sanger, David E. 1986. "Fiery End of Challenger Described in New Detail by NASA Officials." *New York Times*, February 15.
Sato, Akie, Colm O'hUigin, Felipe Figuero, Peter R. Grant, B. Rosemary Grant, Herbert Tichy, and Jan Klein. 1999. "Phylogeny of Darwin's Finches as Revealed by mtDNA Sequences." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96: 5101–5106.
Satow, Julie. 2008. "Ex-SEC Official Blames Agency for Blow-Up of Broker-Dealers." *New York Sun*, September 18.
Saver, Jeffrey L., and Antonio R. Damasio. 1991. "Preserved Access and Processing of Social Knowledge in a Patient with Acquired Sociopathy Due to Ventromedial Frontal Damage." *Neuropsychologia* 29: 1241–1249.
Scarf, Herbert. 1973. *The Computation of Economic Equilibria*. New Haven, CT: Yale University Press.

Schlaepfer, Martin A., Michael C. Runge, and Paul W. Sherman. 2002. "Ecological and Evolutionary Traps." *Trends in Ecology and Evolution* 17: 474–480.

Schoenemann, P. Thomas, Michael J. Sheehan, and L. Daniel Glotzer. 2005. "Prefrontal White Matter Is Disproportionately Larger in Humans than in Other Primates." *Nature Neuroscience* 8: 242–252.

Scholes, Myron S. 2006. "Derivatives in a Dynamic Environment." In *The Derivatives Sourcebook*, edited by Terence Lim, Andrew W. Lo, Robert C. Merton, Myron S. Scholes, and Martin B. Haugh. Boston: Now Publishers.

Schüll, Natasha Dow. 2012. *Addiction by Design: Machine Gambling in Las Vegas*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Schumpeter, Joseph A. 1942. *Capitalism, Socialism, and Democracy*. New York: Harper & Brothers.

Schwartz, Robert A., and David K. Whitcomb. 1977. "The Time-Variance Relationship: Evidence on Autocorrelation in Common Stock Returns." *Journal of Finance* 32: 41–55.

Seal, David. 2009. "Madoff's World." *Vanity Fair*. March 4. http://www.vanityfair.com/news/2009/04/bernard-madoff-friends-family-profile

Securities and Exchange Commission (SEC). 1969. *35th Annual Report for the Fiscal Year Ended June 30th, 1969*. Washington, DC: Government Printing Office.

—. Office of Investigations. 2009. *Investigation of Failure of the SEC to Uncover Bernard Madoff's Ponzi Scheme*. Public version. Report OIG-509. August 31. Washington, DC: Government Printing Office.

—. 2014. *Agency Financial Report: Fiscal Year 2014*. Washington, DC: Securities and Exchange Commission.

Sharpe, William F. 1964. "Capital Asset Prices—A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk." *Journal of Finance* 19: 425–442.

Shiller, Robert J. 2005. "'Irrational Exuberance'—Again." *Money Magazine*, January 25. Accessed July 25, 2013. http://money.cnn.com/2005/01/13/real_estate/realestate_shiller1_0502/.

Siegel, Jeremy J. 2014. *Stocks for the Long Run: The Definitive Guide to Financial Market Returns and Long-Term Investment Strategies*. New York: McGraw-Hill.

Simon, Herbert A. 1953. "A Behavioral Theory of Rational Choice." The RAND Corporation, P-365.

—. 1955. "A Behavioral Theory of Rational Choice." *Quarterly Journal of Economics* 69: 99–118.

—. 1969. *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, MA: MIT.

—. 1991. *Models of My Life*. New York: Basic Books.

—. 1997. *Administrative Behavior*. New York: Simon and Schuster.

Sirri, Erik R. 2009. "Securities Markets and Regulatory Reform." Speech delivered to the National Economists Club, April 9. http://www.sec.gov/news/speech/2009/spch040909ers.htm.

Slovic, Paul. 1999. "Trust, Emotion, Sex, Politics, and Science: Surveying the Risk-Assessment Battlefield." *Risk Analysis* 19: 689–701.

Smaers, Jeroen B., James Steele, Charleen R. Case, Alex Cowper, Katrin Amunts, and Karl Zilles. 2011. "Primate Prefrontal Cortex Evolution: Human Brains Are the Extreme of a Lateralized Ape Trend." *Brain, Behavior, and Evolution* 77: 67–78.

Smith, Adam. 2005. *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Chicago: University of Chicago Press.

Smith, David V., Benjamin Y. Hayden, Trong-Kha Truong, Allen W. Song, Michael L. Platt, and Scott A. Huettel. 2010. "Distinct Value Signals in Anterior and Posterior Ventromedial Prefrontal Cortex." *Journal of Neuroscience* 30: 2490–2495.

Sobel, Russell S., and Todd M. Nesbit. 2007. "Automobile Safety Regulation and the Incentive to Drive Recklessly: Evidence from NASCAR." *Southern Economic Journal* 74: 71–84.

Société Générale. 2008. "General Inspection Department. Mission Green: Summary Report." May 20. English translation. Archived copy available at: https://www.societegenerale.com/sites/default/files/12%20May%202008%20The%20report%20by%20the%20General%20Inspection%20of%20Societe%20Generale.pdf

Sociobiology Study Group. 1975. "Against 'Sociobiology,' A letter from Stephen Jay Gould, Richard Lewontin and members of the Sociobiology Study Group outlining criticisms of, and objections to, E. O. Wilson's Sociobiology: The New Synthesis." *New York Review of Books* 22: November 13.

Solow, Robert M. 1956. "A Contribution to the Theory of Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics* 70: 65–94.

Sorkin, Andrew Ross, Diana B. Henriques, Edmund L. Andrews, and Joe Nocera. 2008. "As Credit Crisis Spiraled, Alarm Led to Action." *New York Times*, October 2.

Soros, George. 1987. *The Alchemy of Finance: Reading the Mind of the Market*. New York: Simon and Schuster.

Steiger, William L. 1964. "A Test of Nonrandomness in Stock Price Changes." In *The Random Character of Stock Market Prices*, edited by Paul Cootner. Cambridge, MA: MIT Press.

Stiglitz, Joseph E. 2009. "Capitalist Fools." *Vanity Fair*, January.

Stock, James H., and Mark W. Watson. 2003. "Has the Business Cycle Changed and Why?" In *NBER Macroeconomics Annual 2002*, edited by Mark Gertler and Kenneth Rogoff, 159–230. Cambridge, MA: MIT Press.

Striedter, Georg F. 2005. *Principles of Brain Evolution*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.

—. 2006. "Précis of *Principles of Brain Evolution*." *Behavioral and Brain Sciences* 29: 1–36.

Sulloway, Frank. 1982. "Darwin and His Finches: The Evolution of a Legend." *Journal of the History of Biology* 15: 1–53.

Surowiecki, James. 2004. *The Wisdom of Crowds*. New York: Random House.

Šuvakov, Milovan, and Veljko Dmitrašinović. 2013. "Three Classes of Newtonian Three-Body Planar Periodic Orbits." *Physical Review Letters* 110: 114301.

Takahashi, Hidehiko, Motoichiro Kato, Masato Matsuura, Dean Mobbs, Tetsuya Suhara, and Yoshiro Okubo. 2009. "When Your Gain Is My Pain and Your Pain Is My Gain: Neural Correlates of Envy and Schadenfreude." *Science* 323: 937–939.

Talbot, David. 2012. "Given Tablets but No Teachers, Ethiopian Children Teach Themselves." *MIT Technology Review*, October 29. http://www.technologyreview.com/news/506466/given-tablets-but-no-teachers-ethiopian-children-teach-themselves/.

Tattersall, Ian. 1998. *Becoming Human*. New York: Harcourt Brace.
—. 2010. "Human Evolution and Cognition." *Theory in Biosciences* 129: 193–201.
Thackray, John. 1977. "Whatever Happened to the Hedge Funds?" *Institutional Investor* (May): 71–74.
Thal Larsen, Peter. 2007. "Goldman Pays the Price of Being Big." *Financial Times*, August 14.
Thomas, David. 2012. "Oncology Clinical Trials—Secrets of Success." *BIOTech-NOW*, February 24. http://www.biotech-now.org/business-and-investments/2012/02/oncology-clinical-trials-secrets-of-success.
Thuijsman, Frank, Bezalel Peleg, Mor Amitai, and Avi Shmida. 1995. "Automata, Matching and Foraging Behavior of Bees." *Journal of Theoretical Biology* 175: 305–316.
Tierney, John. 2011. "Do You Suffer From Decision Fatigue?" *New York Times*, August 17.
Tinbergen, Jan. 1956. *Economic Policy: Principles and Design*. Amsterdam: North Holland.
Tobin, James. 1958. "Liquidity Preference as Behavior towards Risk." *Review of Economic Studies* 25: 65–86.
Tooby, John, and Leda Cosmides. 2005. "Conceptual Foundations of Evolutionary Psychology." In *The Handbook of Evolutionary Psychology*, edited by David M. Buss, 5–67. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
Treynor, Jack L. 1961. "Market Value, Time, and Risk." Unpublished manuscript dated August 8, 1961, No. 95–209.
—. 1962. "Toward a Theory of Market Value of Risky Assets." Unpublished manuscript.
Trivers, Robert L. 1971. "The Evolution of Reciprocal Altruism." *Quarterly Review of Biology* 46: 35–57.
—. 1972. "Parental Investment and Sexual Selection." In *Sexual Selection and the Descent of Man 1871–1971*, edited by Bernard G. Campbell, 136–179. Chicago, IL: Aldine.
—. 2002. *Natural Selection and Social Theory: Selected Papers of Robert L. Trivers*. Oxford: University Press.
Tullock, Gordon. 1979. "Sociobiology and Economics." *Atlantic Economic Journal* 7: 1–10.
Tversky, Amos, and Daniel Kahneman. 1971. "Belief in the Law of Small Numbers." *Psychological Bulletin* 76: 105–110.
—. 1974. "Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases." *Science* 185: 1124–1131.
—. 1981. "The Framing of Decisions and the Psychology of Choice." *Science* 211: 453–458.
Veblen, Thorstein. 1898. "Why Is Economics Not an Evolutionary Science?" *Quarterly Journal of Economics* 12: 373–397.
Von Neumann, John, and Oskar Morgenstern. 1944. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
Vorzimmer, Peter. 1969. "Darwin, Malthus, and the Theory of Natural Selection." *Journal of the History of Ideas* 30: 527–542.

Waldman, Michael. 1994. "Systematic Errors and the Theory of Natural Selection." *American Economic Review* 84: 482–497.

Weibull, Jörgen W. 1995. *Evolutionary Game Theory*. Cambridge, MA: MIT Press.

Weiner, Jonathan. 1994. *The Beak of the Finch: A Story of Evolution in Our Time*. New York: Alfred A. Knopf.

Weinshall-Margel, Keren, and John Shapard. 2011. "Overlooked Factors in the Analysis of Parole Decisions." *Proceedings of the National Academy of Science* 108, no. 42: E833.

Wells, Tom. 2001. *Wild Man: The Life and Times of Daniel Ellsberg*. New York: Palgrave.

West-Eberhard, Mary Jane. 2003. *Developmental Plasticity and Evolution*. New York: Oxford University Press.

Wicker, Bruno, Christian Keysers, Jane Plailly, Jean-Pierre Royet, Vittorio Gallese, and Giacomo Rizzolatti. 2003. "Both of Us Disgusted in My Insula: The Common Neural Basis of Seeing and Feeling Disgust." *Neuron* 40: 655–664.

Wilcox, Allen J., Clarice R. Weinberg, John F. O'Connor, Donna D. Baird, John P. Schlatterer, Robert E. Canfield, E. Glenn Armstrong, and Bruce C. Nisula. 1988. "Incidence of Early Loss of Pregnancy." *New England Journal of Medicine* 319: 189–194.

Wilford, John Noble. 1986. "The Shuttle Inquiry; NASA's Inquiry Begins: Status Is Not Disclosed." *New York Times*, January 31.

Wilson, Edward O. 1975. *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

—. 1994. *Naturalist*. Washington, DC: Island Press/Shearwater Books.

—. 1998. *Consilience*. New York: Alfred A. Knopf.

Winston, Patrick Henry. 2012. "The Right Way." *Advances in Cognitive Systems* 1: 23–36.

Wolfe, Tom. 1987. *The Bonfire of the Vanities*. New York: Farrar, Straus and Giroux.

Wolford, George, Michael B. Miller, and Michael Gazzaniga. 2000. "The Left Hemisphere's Role in Hypothesis Formation." *Journal of Neuroscience* 20: RC64.

Woodward. Susan. 2009. "The Subprime Crisis of 2008: A Brief Background and a Question." ASSA Session on Recent Financial Crises, January 3.

Woolverton, William L., and James K. Rowlett. 1998. "Choice Maintained by Cocaine or Food in Monkeys: Effects of Varying Probability of Reinforcement." *Psychopharmacology* 138: 102–106.

Wright, Paul, Guojun He, Nathan A. Shapira, Wayne K. Goodman, and Yijun Liu. 2004. "Disgust and the Insula: fMRI Responses to Pictures of Mutilation and Contamination." *NeuroReport* 15: 2347–2341.

Young, John S. 1981. "Discrete-Trial Choice in Pigeons: Effects of Reinforcer Magnitude." *Journal of the Experimental Analysis of Behavior* 35: 23–29.

Zajonc, R. B. 1980. "Feeling and Thinking: Preferences Need No Inferences." *American Psychologist* 35: 151–175.

—. 1984. "On the Primacy of Affect." *American Psychologist* 39: 117–123.

Zak, Paul J., Angela A. Stanton, and Sheila Ahmad. 2007. "Oxytocin Increases Generosity in Humans." *PLoS ONE* 2: e1128.

Zeckhauser, Richard, and Victor Niederhoffer. 1983. "How Rational Are the Participants in Financial Markets?" Presentation at American Economic Association, San Francisco, December 28.

Zhang, Ruixun, Thomas J. Brennan, and Andrew W. Lo. 2014. "Group Selection as Behavioral Adaptation to Systematic Risk." *PLoS ONE* 9, no. 10: e110848. doi:10.1371/journal.pone.0110848.

Zimbardo, Philip G. 2007. *The Lucifer Effect: Understanding How Good People Turn Evil*. New York: Random House.

Zweig, Jason. 2015. "The Day Wall Street Changed." *Wall Street Journal*, April 30. http://blogs.wsj.com/moneybeat/2015/04/30/the-day-that-changed-wall-street-forever/.

致谢

本书很长时间都没有完工。我和普林斯顿大学出版社签的合同到期日是2008年4月15日。当然，那年出了点事。

金融危机直接打脸有效市场假说和理性经济人假说，所以推迟这本书的写作，同时试图度量和管理系统性风险，在当时似乎是一个不错的想法。然而，一个课题接着一个课题，各种事接踵而至，一下子8年过去了。可笑的是，过去的几年中，我并没有批评有效市场假说，反而在一些政策辩论中为其成功进行了辩护，因为政策制定者过于轻易地将危机归咎于非理性以及监管者和中央银行对于市场有效性的错误崇拜。这些辩论——以及我另外两个独立的关于行为进化模型和系统性风险度量的研究——促进了我对于适应性市场假说在行为金融和传统金融之间的桥梁作用的思考。所以我希望，本书就像一瓶好红酒一样，能给人久而弥笃的感觉。但不幸的是，我不是一个合格的品酒师，无法判断8年是否太长了，这瓶红酒只剩下木塞的味道或者完全变了味。但无论如何，我要感谢出版社的耐心。

拖了这么久的同时也意味着我需要感谢更多的人在这个过程中给予的智力与知识支持。而且，本书对我个人来说也可以算作一个重要的里程碑，它把我过去30多年的研究进行了一个很好的整合。因此，我希望借此机会感谢许多在我学术生涯过程中帮助过我的人，我想提前为这个致谢的名单过长道歉。同时，我应该补充一条免责声明——不是出于法律的考虑，而是出于事实和学术的规矩——我感谢这些人并不意味着他们认可本书的观点。学术自由就是这样，观点可以不同，即使是同事、合作者或朋友。

普林斯顿大学出版社的Peter Dougherty一直持续的支持、鼓励和启发我。尽管他作为出版社的主管非常繁忙，他仍然花时间读了我的书稿，并提出了许多有见解的建议，大大提升了本书的质量。主要是因为Peter，所以我在普林斯顿出版社出版的书多于在其他的出版社。我还想感谢Seth Ditchik，是普林斯顿大学出版社的原经济学编辑，和我签下了本书合约，耐心地定期督促我，看我所说的“9月完成”是今年9月还是明年9月。我想感谢Jayna Cummings、Jill Harris、Ian Jackman、Fred Kameny、Crystal Myler和Carlos Yu所提供的编辑和研究的支持和帮助。

在我提出适应性市场假说过程中的各个不同阶段，许多的研究合作者都对这个想法的形成有帮助，尽管一开始这个想法连名字都没有。这些合作者包括：Emmanuel Abbe、Pablo Azar、Monica Billio、Tom Brennan、Nicholas Chan、Ely Dahan、Doyne Farmer、Eric Fielding、Mark Flood、Gartheeban Ganeshapillai、Mila Getmansky、Dale Gray、John Guttag、Shane Haas、Jasmina Hasanhodzic、Joe Haubrich、Alex Healy、Phil Hill、Jim Hutchinson、Katy Kaminski、Amir Khandani、Adlar Kim、Andrei Kirilenko、David Larochelle、Peter Lee、Simon Levin、William Li、Craig MacKinlay、Igor Makarov、Harry Mamaysky、Shauna Mei、Bob Merton、Mark Mueller、Loriana Pelizzon、Pankaj Patel、Tommy Poggio、Dmitry Repin、Emanuele Viola、Jiang Wang、Helen Yang、Ruixun Zhang。

在我的学生时代，我很幸运遇到了许多有天赋的老师、导师和同学，包括最初我的三年级老师芭芭拉·费卡洛拉。我有幸在布朗克斯科学高中遇到了几位好老师Vincent Galasso、Milton Kopelman和Henrietta Mazen，在那儿我第一次学到了科学的方法，还遇见了一些我认为最聪明的几个人，包括Jacob Goldfield、Suzanne Hsu、David Laster、Rennie Mirollo、Jon Roberts、Steve Wexler和Danny Yeh。

我在耶鲁大学一年级的时候通过富有魅力的Saul Levmore初次接触

到了经济学，从Pradeep Dubey、Shizuo Kakutani、Herb Scarf和Martin Shubik令人兴奋的课程中我很早了解到数学对于经济学的重要性。然而，是Sharon Oster的中级微观经济学课程让我确定了选择经济学作为我未来的职业。她令人着迷的课程，做她的助研，她做我的毕业论文导师，这些经历对我未来的学术生涯是无价的。同时，从她那儿，我还产生了对于监管政策的兴趣，我一直都受到她的启发和激励，而且她对于研究、教学、政策和指导学生的那种全身心的投入是我学习的榜样。

在研究生期间，我有幸师从Andy Abel，我上了他开设的博士生宏观经济学课程，然后成为他的助研和博士生。安迪在投资理论上的经典贡献让我体会了宏观经济和金融之间深刻的联系。作为导师，没有人比安迪更棒了。我很幸运还遇见了Jerry Hausman，在MIT跨校选修了他开的计量经济学课程。我最初接触到连续时间计量经济学是做他的助研的时候，我现在仍然能愉快地回忆起那时在哈佛科学中心和Jerry并肩坐着调试Fortran程序估计一个有吸附性边界的布朗运动的模型参数。我也从许多其他的老师和同学那里获得过建议、指导和启发，获益良多，包括：Dick Caves、Diane Coyle、Ben Friedman、Dale Jorgenson、Nobu Kiyotaki、Whitney Newey、Pat Newport、已故的David Pickard、Tom Sargent、Mike Spence、Phil Vasan和Mark Watson——随着时间的推移我才渐渐地意识到他们对我的影响有多大。

但是这个阶段我最需要感谢的是罗伯特·默顿，我的整个金融学术职业可以说是拜他所赐。鲍勃开设的金融理论课程，课号为15.415，是我研究生教育的转折点。上了两个星期他的初级金融课之后，我决定要成为一名金融学教授。在他充满艺术的手中，金融既是科学又是工程，他独特的研究方式、教学方法和实践经验是我和许多其他同学的楷模。我不仅从鲍勃的教学和科研当中收获巨大，他在哈佛商学院时还时常邀请我一起午餐，其间他给我的建议和鼓励对我的影响也同样巨大。我从来不敢奢望，有一天我会成为MIT金融系的一分子，成为他的同事。

事实上，在很多方面MIT对我来说都是超棒的。金融系的教授是最棒的，我现在和过去的同事让我成为更好的金融经济学家，他们包括：Paul Asquith、John Cox、Chi–fu Huang、Leonid Kogan、Jonathan Lewellyn、Debbie Lucas、Franco Modigliani、Stew Myers、Jun Pan、Anna Pavlova、Steve Ross、Antoinette Schoar、Dimitri Vayanos、Jean–Luc Vila和Jiang Wang。

然而在MIT的28年间，我还认识了很多斯隆商学院和大学里的其他老师，我很吃惊也很感激，他们非常开明地欢迎我这个金融经济学家去他们的办公室、讲座和研究项目。我要特别感谢Deborah Ancona、Dimitris Bertsimas、Ernie Berndt、Bob Berwick、Munther Dahleh、Rob Freund、Anne Graybiel、Jon Gruber、John Guttag、Jerry Hausman、Bengt Holmstrom、Nancy Kanwisher、Jay Keyser、S.P.Kothari、Bob Langer、Don Lessard、John Little、Harvey Lodish、Silvio Micali、Franco Modigliani（已故）、Joel Moses、Whitney Newey、Al Oppenheim、Jim Orlin、Bob Pindyck、Tommy Poggio、Jim Poterba、Bill Pounds、Drazen Prelec、Roberto Rigobon、Ed Roberts、Nancy Rose、Daniela Rus、Paul Samuelson（已故）、Dick Schmalensee、Phil Sharp、David Staelin、Tom Stoker、Daniel Stroock、Gerry Sussman、Peter Szolovits、Josh Tenenbaum、John Tsitsiklis、Roy Welsch、Patrick Winston和Victor Zhu。和这么多颇有建树的同事一起讨论和工作是令人难以置信的学习过程，我不仅从他们的研究中获益，还得益于他们的职业生涯甚至个人生活。我特别感激我与计算机科学和人工智能实验室、电子工程与计算机系、数据系统和社会研究院、运筹学实验室和白头生物医学研究院的合作。我感觉自己像一个酷爱吃糖的孩子进入了世界上最大的甜品工厂。

许多其他院校的同事们也对我在适应性市场的理论帮助很大，包括Tom Brennan、Terry Burnham、John Campbell、Phil Dybvig、Gene Fama、Doyne Farmer、Lars Hansen、David Hirshleifer、Blake LeBaron、

Simon Levin、Rosemary Luo、Craig MacKinlay、Martin Nowak、Steve Pinker、Allen Orr、Arthur Robson、Dick Roll、Myron Scholes和Bill Sharpe。

我也想感谢许多我有幸教过、指导过或者合作过的麻省理工学院学生。我的一些博士生作为合作者为这本书的一些想法做出了贡献，其实那些没有直接参与相关工作的学生也提供了很多的启发和反馈。学者经常不太愿意开太多课程，更愿意花时间做研究，但是由于MIT的学生质量非常高，这使得我和我的同事们发现教学和我们的研究融为一体了。我们的学生更像同行而不是学徒——即使本科生都是如此——我们的MBA、金融硕士、EMBA和斯隆交换生往往在某些方面比我知道的还多，他们对于课堂的讨论贡献很大，我也同样从中获益。我特别感谢曾选修过我的《金融市场动态和人类行为》（课号为15.481）的三届同学，以及我出色的助教Dimitrios Bisias和Shomesh Chaudhuri。这门课完全基于适应性假说，这本书的早期书稿是这门课的阅读材料（感谢罗伯特·默顿建议我教这样一门课，感谢S.P.Kothari、Paul Asquith和斯隆金融系课程与教学委员会批准了此课）。

我的研究从MIT斯隆商学院获得了很大的支持，包括院长办公室和MIT金融工程实验室。我特别感激现任院长Dave Schmittlein，感谢他现在对金融系的支持以及过去我担任金融系主任时的支持。我也想感谢金融工程实验室的所有捐赠者，提供数据、资金和在很多情况下迫切需要的业界经验。特别感谢金融工程实验室的项目协调人——Jayna Cummings——说她是事实上的实验室管理者一点也不为过。我们的研究产出和质量和她出色的管理才能和全身心的投入是分不开的，如果没有Jayna，这本书可能会推迟更长的时间出版。我也要感谢前任的创始项目协调人——已故的Svetlana Sussman，在早期帮助实验室的成长，她把所有的实验室成员都当作自己的家人，我们非常想念她。

因为最终形成适应性市场假说的研究受到业界实践的很大影响，我

也想感谢许多业界的同事，他们帮助我更好地理解了金融的加拉帕戈斯群岛。来自业界的同事有：Armen Avanessians、Blandon Becker、Allister Bernard、Jerry Chafkin、Doug Dachille、Arnout Eikeboom、Gifford Fong、Jacob Goldfield、Kathy Goldreich、Peter Hancock、Charles Harris（已故）、Greg Hayt、Alex Healy、Larry Hilibrand、Mark Kritzman、David Laster、Peter Lee、Marty Leibowitz、Judy Lewent、Steve List、Philippe Lüdi、Saman Majd、Pete Martin、Paul Mende、David Modest、Victor Niederhoffer、John Perry、Jon Roberts、Eric Rosenfeld、David Shaw、Jim Simons、Rob Sinnott、Roger Stein、Andre Stern、Cheng Chih Sung、Donald Sussman、Phil Vasan、Duncan Wilkinson、Jake Xia和Xiru Zhang。来自政府部门的同事有：Tobias Adrian、Lew Alexander、Dick Berner、Bill Dudley、Eric Fielding、Tim Geithner、Andy Haldane、Chris Hart、Bev Hirtle、Tom Kalil、Rick Ketchum、Laura Kodres、Don Kohn、Nellie Liang、Antoine Martin、Hamid Mehran，José Viñals和Steve Wallman。

最后，但同样重要的，我想感谢我的家人在整本书漫长的写作过程中对我的支持和鼓励。我的哥哥和姐姐Martin和Cecilia给我树立了很高的标杆，从我记事开始，无论何时只要我需要他们的时候，他们总是提供帮助（甚至在我不需要他们的时候，霸道的哥哥姐姐）。我的姐夫Bill Wentzel和Rocky Tuan给我的家庭带来了爱、安宁、优雅和幽默。当然，还有我的妈妈茱莉亚·罗，她是一位传说中的龙妈。20世纪六七十年代，一个单亲妈妈带着三个孩子，她为了孩子牺牲了自己的所有，有朝一日，我要为她传奇的一生写一本书，一定比本书更引人入胜。我谨以此书以及我现在和未来的研究来怀念我的母亲。我最后而且最重要的感谢要给我的妻子Nancy，和我的两个儿子Derek和Wesley。他们每天都在提醒我为什么我们作为一个物种能够生存这么久，他们也是我对人类未来充满乐观的原因。本书献给他们。

罗闻全

马萨诸塞州威斯顿

2017年2月7日



图3.1 人类大脑的两个视图（左列）和彩色描绘的布罗德曼分区

来源：Mark Dow.Research Assistant Brain Development Lab,University of Oregon



图8.3 世界各国在（a）1990 年和（b）2015 年的人口、人均GDP

来源：http://gapminder.org

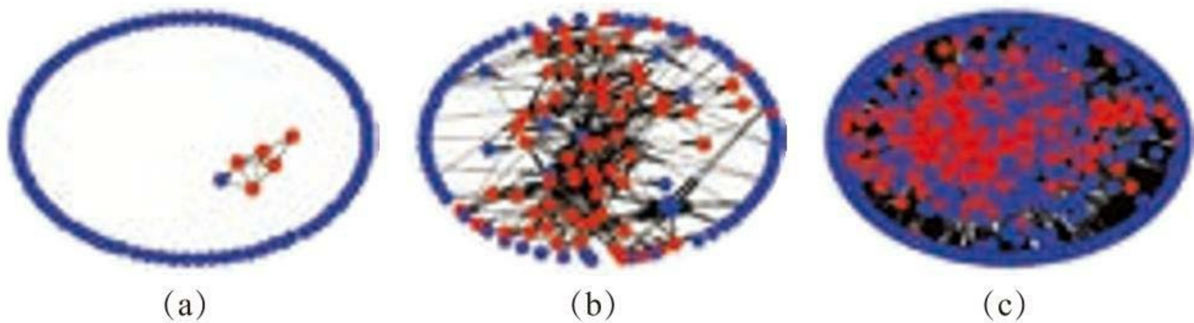
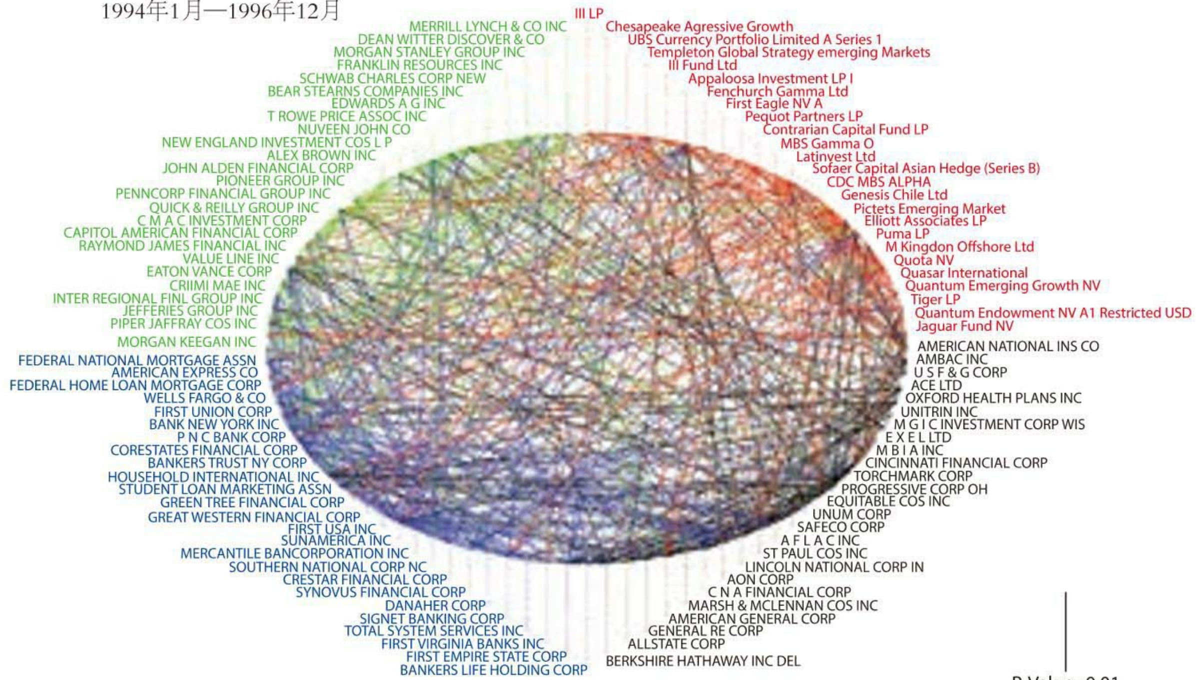
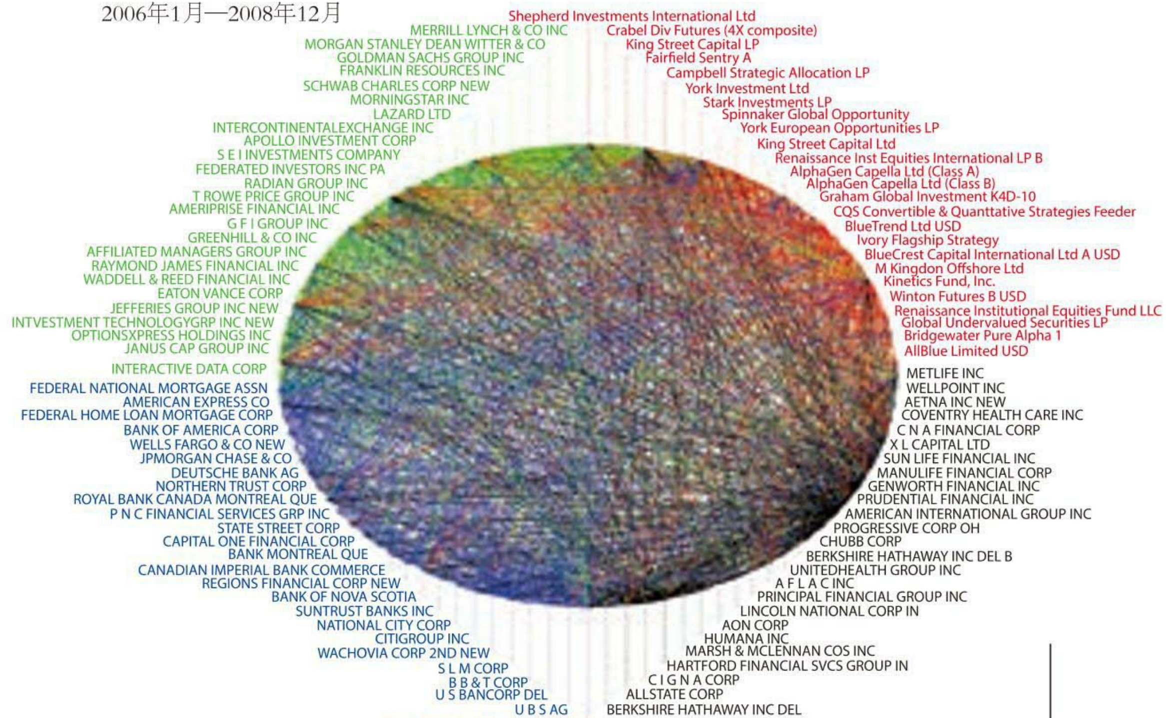


图11.3 核心－边缘网络图：（a）2009年综合拨款法案修改的美国法律条文章节；（b）《多德－弗兰克法案》修改的美国法律条文章节；（c）美国法律条文第12条（银行与银行业）。蓝色的点代表边缘章节，红色的点代表核心章节

来源：Li et al.(2015)


1994年1月—1996年12月
III LP
Chesapeake Agressive Growth
UBS Currency Portfolio Limited A Series 1
Templeton Global Strategy emerging Markets
III Fund Ltd
Appaloosa Investment LP I
Fenchurch Gamma Ltd
First Eagle NV A
Pequot Partners LP
Contrarian Capital Fund LP
MBS Gamma O
Latinvest Ltd
Sofaer Capital Asian Hedge (Series B)
CDC MBS ALPHA
Genesis Chile Ltd
Pictets Emerging Market
Elliott Associates LP
Puma LP
M Kingdon Offshore Ltd
Quota NV
Quasar International
Quantum Emerging Growth NV
Tiger LP
Quantum Endowment NV A1 Restricted USD
Jaguar Fund NV
AMERICAN NATIONAL INS CO
AMBAC INC
U S F & G CORP
ACE LTD
OXFORD HEALTH PLANS INC
UNITRIN INC
M G I C INVESTMENT CORP WIS
E X E L LTD
M B I A INC
CINCINNATI FINANCIAL CORP
TORCHMARK CORP
PROGRESSIVE CORP OH
EQUITABLE COS INC
UNUM CORP
SAFECO CORP
A F L A C INC
ST PAUL COS INC
LINCOLN NATIONAL CORP IN
AON CORP
C N A FINANCIAL CORP
MARSH & MCLENNAN COS INC
AMERICAN GENERAL CORP
GENERAL RE CORP
ALLSTATE CORP
BERKSHIRE HATHAWAY INC DEL
MERRILL LYNCH & CO INC
DEAN WITTER DISCOVER & CO
MORGAN STANLEY GROUP INC
FRANKLIN RESOURCES INC
SCHWAB CHARLES CORP NEW
BEAR STEARNS COMPANIES INC
EDWARDS A G INC
T ROWE PRICE ASSOC INC
NUVEEN JOHN CO
NEW ENGLAND INVESTMENT COS L P
ALEX BROWN INC
JOHN ALDEN FINANCIAL CORP
PIONEER GROUP INC
PENNCORP FINANCIAL GROUP INC
QUICK & REILLY GROUP INC
C M A C INVESTMENT CORP
CAPITOL AMERICAN FINANCIAL CORP
RAYMOND JAMES FINANCIAL INC
VALUE LINE INC
EATON VANCE CORP
CRIIMI MAE INC
INTER REGIONAL FINL GROUP INC
JEFFERIES GROUP INC
PIPER JAFFRAY COS INC
MORGAN KEEGAN INC
FEDERAL NATIONAL MORTGAGE ASSN
AMERICAN EXPRESS CO
FEDERAL HOME LOAN MORTGAGE CORP
WELLS FARGO & CO
FIRST UNION CORP
BANK NEW YORK INC
P N C BANK CORP
CORESTATES FINANCIAL CORP
BANKERS TRUST NY CORP
HOUSEHOLD INTERNATIONAL INC
STUDENT LOAN MARKETING ASSN
GREEN TREE FINANCIAL CORP
GREAT WESTERN FINANCIAL CORP
FIRST USA INC
SUNAMERICA INC
MERCANTILE BANCORPORATION INC
SOUTHERN NATIONAL CORP NC
CRESTAR FINANCIAL CORP
SYNOVUS FINANCIAL CORP
DANAHER CORP
SIGNET BANKING CORP
TOTAL SYSTEM SERVICES INC
FIRST VIRGINIA BANKS INC
FIRST EMPIRE STATE CORP
BANKERS LIFE HOLDING CORP
P-Value=0.01

（a）

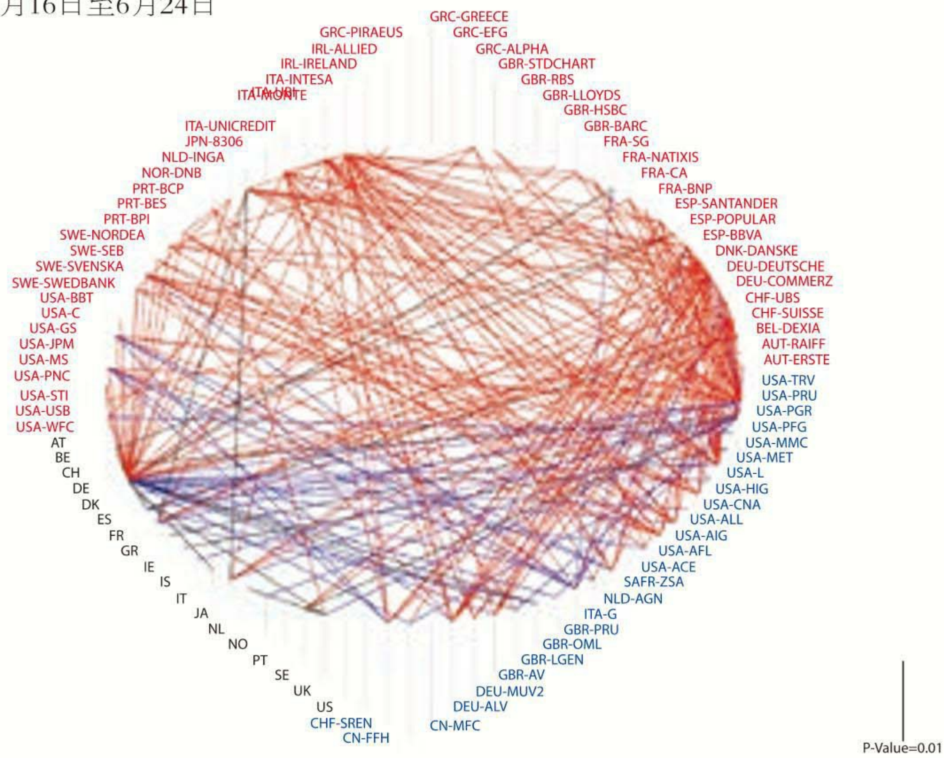

2006年1月—2008年12月
Shepherd Investments International Ltd
Crabel Div Futures (4X composite)
King Street Capital LP
Fairfield Sentry A
Campbell Strategic Allocation LP
York Investment Ltd
Stark Investments LP
Spinnaker Global Opportunity
York European Opportunities LP
King Street Capital Ltd
Renaissance Inst Equities International LP B
AlphaGen Capella Ltd (Class A)
AlphaGen Capella Ltd (Class B)
Graham Global Investment K4D-10
CQS Convertible & Quanttative Strategies Feeder
BlueTrend Ltd USD
Ivory Flagship Strategy
BlueCrest Capital International Ltd A USD
M Kingdon Offshore Ltd
Kinetics Fund, Inc.
Winton Futures B USD
Renaissance Institutional Equities Fund LLC
Global Undervalued Securities LP
Bridgewater Pure Alpha 1
AllBlue Limited USD
METLIFE INC
WELLPOINT INC
AETNA INC NEW
COVENTRY HEALTH CARE INC
C N A FINANCIAL CORP
X L CAPITAL LTD
SUN LIFE FINANCIAL INC
MANULIFE FINANCIAL CORP
GENWORTH FINANCIAL INC
PRUDENTIAL FINANCIAL INC
AMERICAN INTERNATIONAL GROUP INC
PROGRESSIVE CORP OH
CHUBB CORP
BERKSHIRE HATHAWAY INC DEL B
UNITEDHEALTH GROUP INC
A F L A C INC
PRINCIPAL FINANCIAL GROUP INC
LINCOLN NATIONAL CORP IN
AON CORP
HUMANA INC
MARSH & MCLENNAN COS INC
HARTFORD FINANCIAL SVCS GROUP IN
C I G N A CORP
ALLSTATE CORP
BERKSHIRE HATHAWAY INC DEL
MERRILL LYNCH & CO INC
MORGAN STANLEY DEAN WITTER & CO
GOLDMAN SACHS GROUP INC
FRANKLIN RESOURCES INC
SCHWAB CHARLES CORP NEW
MORNINGSTAR INC
LAZARD LTD
INTERCONTINENTALEXCHANGE INC
APOLLO INVESTMENT CORP
S E I INVESTMENTS COMPANY
FEDERATED INVESTORS INC PA
RADIAN GROUP INC
T ROWE PRICE GROUP INC
AMERIPRISE FINANCIAL INC
G F I GROUP INC
GREENHILL & CO INC
AFFILIATED MANAGERS GROUP INC
RAYMOND JAMES FINANCIAL INC
WADDELL & REED FINANCIAL INC
EATON VANCE CORP
JEFFERIES GROUP INC NEW
INTVESTMENT TECHNOLOGYGRP INC NEW
OPTIONSXPRESS HOLDINGS INC
JANUS CAP GROUP INC
INTERACTIVE DATA CORP
FEDERAL NATIONAL MORTGAGE ASSN
AMERICAN EXPRESS CO
FEDERAL HOME LOAN MORTGAGE CORP
BANK OF AMERICA CORP
WELLS FARGO & CO NEW
JPMORGAN CHASE & CO
DEUTSCHE BANK AG
NORTHERN TRUST CORP
ROYAL BANK CANADA MONTREAL QUE
P N C FINANCIAL SERVICES GRP INC
STATE STREET CORP
CAPITAL ONE FINANCIAL CORP
BANK MONTREAL QUE
CANADIAN IMPERIAL BANK COMMERCE
REGIONS FINANCIAL CORP NEW
BANK OF NOVA SCOTIA
SUNTRUST BANKS INC
NATIONAL CITY CORP
CITIGROUP INC
WACHOVIA CORP 2ND NEW
S L M CORP
B B & T CORP
U S BANCORP DEL
U B S AG
TORONTO DOMINION BANK ONT
P-Value=0.05

（b）

图11.4 （a）1994—1996年和（b）2006—2008年银行（蓝色）、券商（绿色）、对冲基金（红色）和保险（黑色）行业之间的链接比较

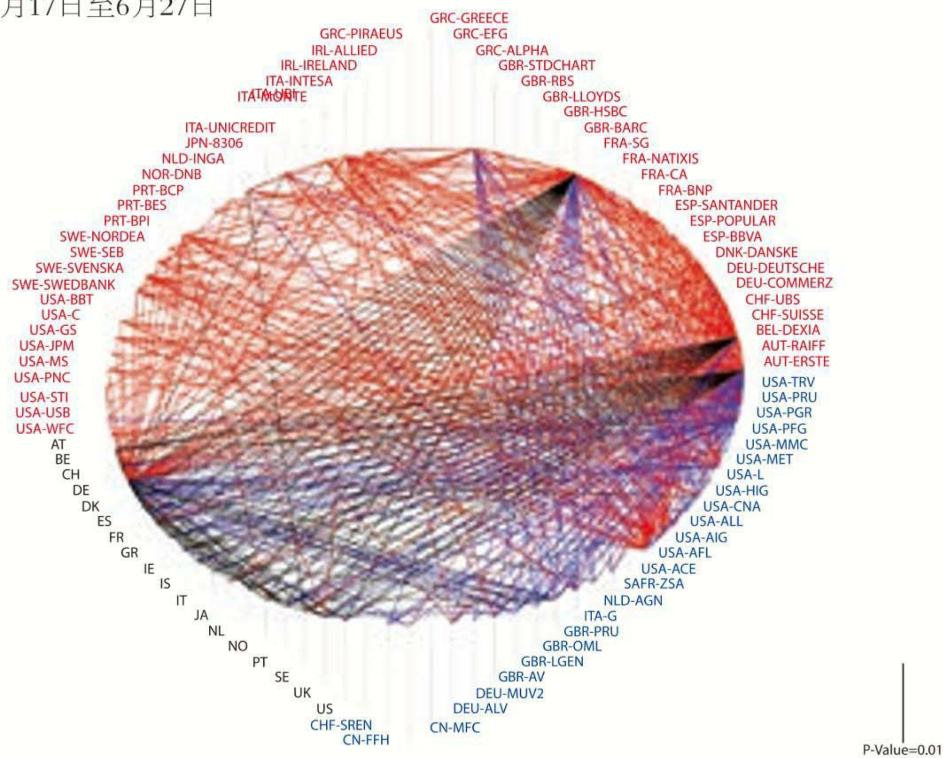
来源：Billio et al.(2012)

5月16日至6月24日



（a）

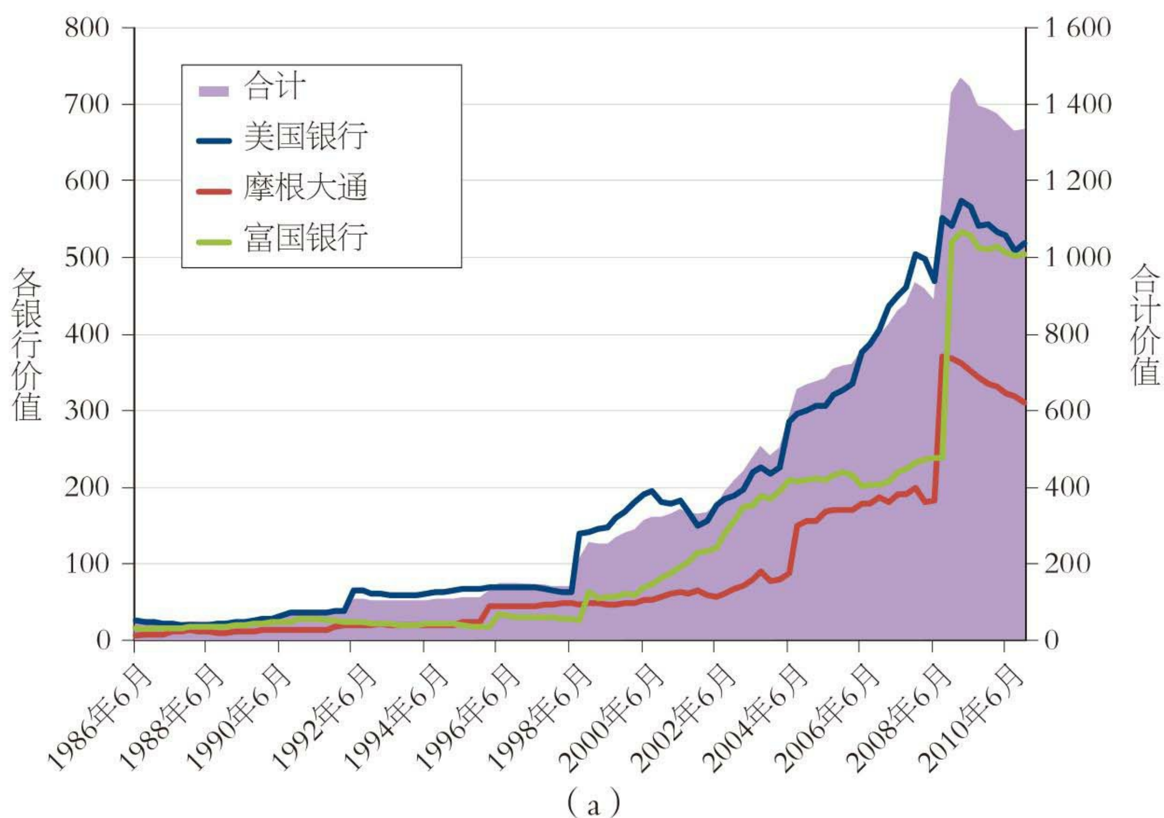
5月17日至6月27日



（b）

图11.5 （a）2016年6月24日英国脱欧投票前和（b）2016年6月27日英国脱欧投票后银行（红色）、保险公司（蓝色）和主权国家信用违约掉期（黑色）回报的格兰杰因果网络

来源：Billio et al.(2012)


合计
美国银行
摩根大通
富国银行
各银行价值
合计价值
800
700
600
500
400
300
200
100
0
1 600
1 400
1 200
1 000
800
600
400
200
0
1986年6月
1988年6月
1990年6月
1992年6月
1994年6月
1996年6月
1998年6月
2000年6月
2002年6月
2004年6月
2006年6月
2008年6月
2010年6月
（a）

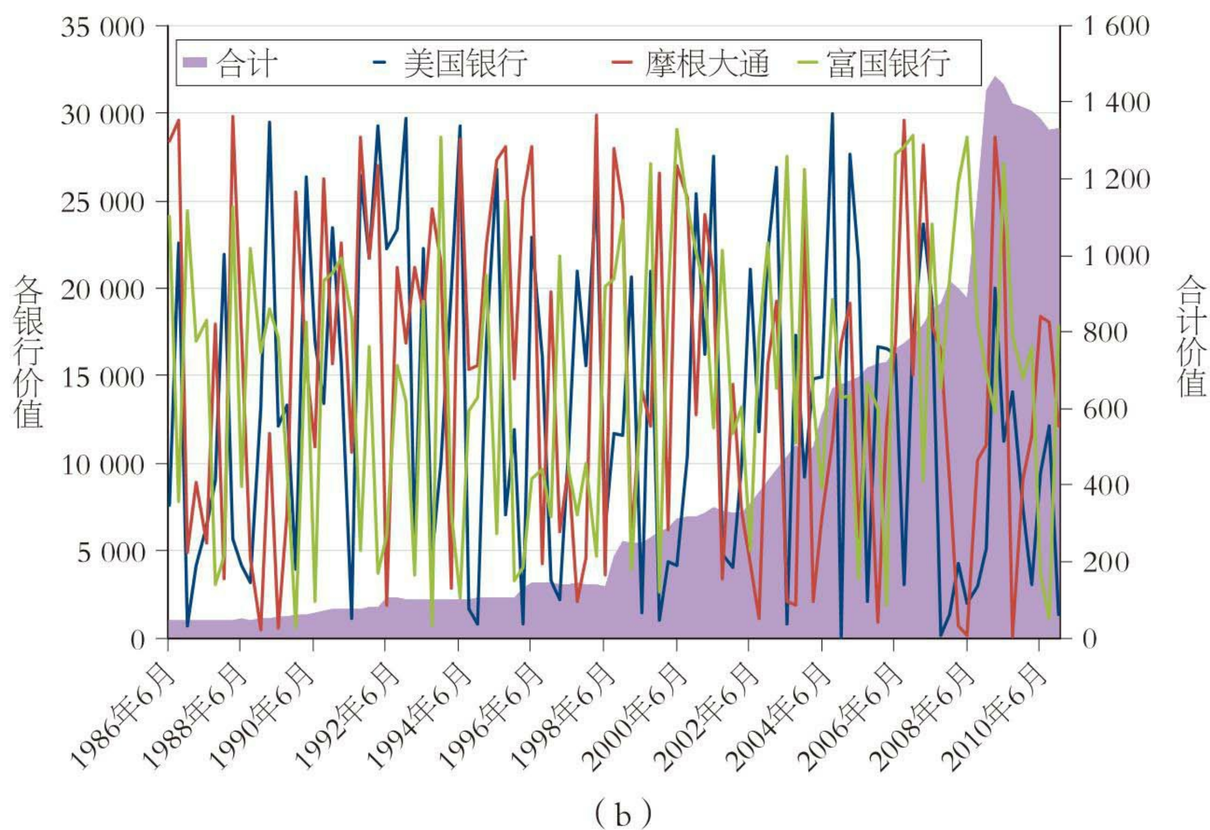

合计
美国银行
摩根大通
富国银行
各银行价值
合计价值
35 000
30 000
25 000
20 000
15 000
10 000
5 000
0
1 600
1 400
1 200
1 000
800
600
400
200
0
1986年6月
1988年6月
1990年6月
1992年6月
1994年6月
1996年6月
1998年6月
2000年6月
2002年6月
2004年6月
2006年6月
2008年6月
2010年6月
（b）

图11.7 美国银行、摩根大通和富国银行的房地产贷款的合计规模的安全多维计算示例。图（a）包括了三家银行的原始时间序列（线性图）和合计规模值（条状图）；图（b）包括了三条加密的时间序列（线性图），加在一起会得到和未加密数据完全相同的合计规模值

来源：Abbe,Khandani,and Lo (2012)